



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS PECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA ZOOTÉCNICA**

**“VALORACIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ DE LA  
ZONA DE TAMBILLO Y SU RESPUESTA EN EL CRECIMIENTO Y ENGORDE  
DE CONEJOS”**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**

**Previa la obtención del título de:**

**INGENIERO ZOOTECNISTA**

**AUTOR**

**SARMIENTO PINEDA JUAN CARLOS**

**Riobamba – Ecuador**

**2015**

**Este Trabajo de Titulación fue aprobada por el siguiente Tribunal**

---

Ing. M.C. Manuel Enrique Almeida Guzmán  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL.**

---

Ing. M.C. Hernán Patricio Guevara Costales  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

---

Ing. M.C. Luis Alfonso Condo Plaza  
**ASESOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Riobamba, 21 de Mayo del 2015.

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Dios Bendito por guiar mi camino y el permitirme culminar una etapa más de mi vida

Gracias a la Escuela Superior politécnica de Chimborazo y a la Escuela de ingeniería Zootécnica, por haberme permitido formarme como profesional.

Gracias queridos profesores y amigo, especialmente al Ing. Patricio Guevara, Ing. Luis Flores, Ing. Luis Condo, quienes me guiaron desde una etapa temprana de mi vida y me dieron el apoyo para que esta investigación sea terminada.

Gracias a todos mis queridos amigos y amigas Verito, Sandra, Yulien, Silvia con quienes compartí momento inolvidables.

**JUAN CARLOS**

## **DEDICATORIA**

A mi Madrecita linda quien con su apoyo, confianza y sobre todo su inmenso Amor me a sabido acompañar y guiar en cada paso de mi vida.

A mi Padre, un soñador que me demostró que en este mundo todo se puede lograr, que basta con la imaginación y las ganas de superarse.

A mis hermanitas lindas Alexandra y Fernanda gracias por su apoyo incondicional.

A mis lindos sobrinos, Sebastián, Josué, Camila, Alán Matías y Juan José que con su presencia me han causado grandes alegrías.

**JUAN CARLOS**

## CONTENIDO

	Pág.
Resumen	v
Abstract	vi
Lista de Cuadros	vii
Lista de Gráficos	ix
Lista de Anexos	xi
 <u>I.INTRODUCCIÓN</u>	 1
<u>II.REVISIÓN DE LITERATURA</u>	4
A. CULTIVO DE MAÍZ	4
1. <u>Importancia de la Siembra de Maíz</u>	4
2. <u>Producción Mundial y Nacional</u>	5
B. EL CONEJO	5
1. <u>Características del sistema digestivo del conejo</u>	5
2. <u>Alimentación</u>	7
C. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS	9
1. <u>Análisis Inmediato de los Alimentos ó Análisis Proximal</u>	9
a. Humedad	9
b. Cenizas	9
c. Proteína Bruta	14
d. Extracto Etéreo	14
e. Fibra Cruda	14
f. Extracto Libre de Nitrógeno	15
g. Fibra Detergente Neutra	15
h. Fibra Detergente Ácida	15
i. Lignina Ácida Detergente	16
j. Digestibilidad Técnica de Licor Cecal	16
2. <u>Determinación de las propiedades físico químicas</u>	14
a. Capacidad de Adsorción de Agua	17
b. Capacidad Buferante o Tampón	17
D. INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL EMPLEO DE DIETAS FIBROSAS EN CONEJOS	18
 <u>II.MATERIALES Y MÉTODOS</u>	 20
A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO	20
B. UNIDADES EXPERIMENTALES	20
C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES	21
1. <u>Laboratorio</u>	21

2. <u>De campo</u>	21
D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL	21
1. NÚMERO DE TRATAMIENTOS	21
a. Esquema del Experimento	22
b. Composición de las Raciones Experimentales	22
E. MEDICIONES EXPERIMENTALES	25
a. ANÁLISIS DE LABORATORIO	25
b. RESPUESTA ANIMAL	25
F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.	25
1. <u>Estadística Descriptiva</u>	25
G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	26
1. <u>Descripción del Experimento</u>	26
H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN	26
1. <u>Análisis de Laboratorio</u>	26
a. Determinación de la Humedad Higroscópica	26
b. Determinación de Cenizas	27
c. Determinación de Proteína Cruda	29
d. Determinación de la Fibra Cruda	31
e. Extracto Etéreo	33
f. Extracto Libre de Nitrógeno	36
g. Fibra Detergente Neutra	36
h. Fibra Detergente Ácida	38
i. Capacidad de Adsorción de Agua	40
j. Capacidad Buferante o Tampón	41
k. Volumen	42
l. Solubilidad	43
m. Digestibilidad por Licor Cecal	43
2. <u>Respuesta Animal</u>	
443	
a. Toma de pesos cada 15 días	43
b. Consumo de Alimento cada 15 días	43
c. Ganancia de Peso cada 15 días	44
d. Conversión Alimenticia cada 15 días	44
e. Conversión de energía	44
f. Conversión de proteína	44
g. Rendimiento a la Canal en gramos	44

III. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
A. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ	46
1. Materia Seca	46
2. <u>Cenizas</u>	46
3. <u>Proteína Cruda</u>	47
4. <u>Extracto Etéreo</u>	47
5. <u>Fibra Cruda</u>	47
6. <u>Extracto Libre de Nitrógeno</u>	47
B. ANÁLISIS DE PAREDES CELULARES	48
1. <u>Fibra Detergente Neutra</u>	48
2. <u>Fibra Detergente Ácido</u>	48
3. <u>Lignina Detergente Ácida</u>	48
C. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA.	49
1. <u>Solubilidad</u>	49
2. <u>Volumen</u>	50
3. <u>Densidad</u>	50
4. <u>Capacidad de Adsorción de agua</u>	51
5. <u>Capacidad Buferante Ácida y Básica</u>	51
D. ANÁLISIS DE DIGESTIBILIDAD	52
1. <u>Digestibilidad de la harina de tamo de maíz</u>	52
2. <u>Digestibilidad de las dietas con la inclusión de harina de tamo de maíz</u>	52
E. RESPUESTA DE LOS CONEJOS POR EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ A DIFERENTES NIVELES	54
1. <u>Pesos</u>	54
2. <u>Ganancia de peso</u>	57
3. <u>Consumo de alimento</u>	59
4. <u>Conversión Alimenticia</u>	72
5. <u>Conversión de Proteína</u>	74
6. <u>Conversión de la energía</u>	77
7. <u>Peso a la canal</u>	79
8. <u>Rendimiento a la Canal</u>	81
9. <u>Beneficio – Costo</u>	81

IV. <u>CONCLUSIONES</u>	83
V. <u>RECOMENDACIONES</u>	83
VI. <u>LITERATURA CITADA</u>	84
ANEXOS	



## RESUMEN

En el Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, ESPOCH. Fue realizado el análisis bromatológico de la Harina de tamo de maíz proveniente de la zona de Tambillo, en la provincia de Pichincha con 88,49% de Materia Seca, 11,51% de Humedad, 4,06% de Cenizas 7,05% Proteína Bruta, 41,60% de Fibra Cruda, 1,00% Extracto Etéreo, 34,78% Extracto Libre de Nitrógeno.

En la Granja Don Juanito de la Ciudad de Ambato de la provincia del Tungurahua fueron evaluados los diferentes niveles de Harina de tamo de maíz (10 – 20 – 30%), para ser comparado con el tratamiento testigo (0% de inclusión de Harina de tamo de maíz), en la alimentación de conejos de la raza Neozelandés, utilizándose 40 unidades experimentales con un peso promedio de 1457,175g, los resultados experimentales fueron sometidos a un análisis de varianza y separación de medias mediante la prueba de Tukey. Determinándose mejores respuestas productivas con el tratamiento T3 (30% de inclusión de Harina de tamo de maíz), con una ganancia de peso de 1185,75 gramos, consumo de alimento 6,69kg, conversión alimenticia 5,53, conversión de proteína 15 - 30 -45 - 60 días de 0,63 - 1,44 - 0,93 - 0,93 respectivamente, conversión de energía 16707,32 - 18482,39 - 19053,03 - 19003,93 calorías correspondientes a los días 15 - 30 – 45 – 60, peso a la canal de 1637,85 gramos, rendimiento a la canal de 62,55%. La mayor rentabilidad económica (B/C de 1.42), al incluir el 30% de Harina de tamo de maíz en la dieta para conejos, la menor rentabilidad del estudio (B/C de 1.23), con el tratamiento control, por lo que se recomienda incluir en la dieta el 30% de la Harina de tamo de maíz para elevar los índices productivos y económicos.

### ABSTRACT

In the laboratory of Animal Nutrition and Food Science, Faculty of Animal Science, ESPOCH, proximal analysis of corn flour chaff on Tambillo area, Pichincha province was conducted with the following results 11.51% humidity, 4.06% ash, 7.05% crude protein, crude fiber 41.60%, 1.00% E.E. and 34.78% E.L.N. Cell walls was 72.81% for the FDN, 41.50% FAD and 5.77% lignin. The physical properties of the fiber was 14.52% for solubility, 0.28g/ml density, volume 18ml, 0.34 water adsorption capacity of 3.76 meqCBa, 2.69 meqCBb. The organic matter digestibility was  $32.22 \pm 0.44\%$ . They were then evaluated different levels of this grass (10-20-30%), in the feeding of the New Zealand breed rabbits, to the stages on growth and fattening with a control treatment (0%), 40 experimental units used. Submitted to analysis of variance and separation of means by Tukey test, the best effect was obtained with treatment 30%, resulting in highly significant differences for feed consumption of 3.22kg in the growth stage and 3.46 kg in the fattening phase. For other variables, weight gain, feed intake, feed conversion, carcass weight and dressing percentage no significant differences were obtained. The higher profitability (B/C of 1.42), was to include 30% of this cereal, so it is recommended to include this level of corn flour chaff for feeding rabbits.

## LISTA DE CUADROS

No.		Pág.
1.	RELACIÓN ENTRE NIVELES DE FIBRA Y PROTEÍNA BRUTA DE PIENSO Y PRODUCTIVIDAD.	8
2.	COMPOSICIÓN QUÍMICA, EXPRESADA EN PORCENTAJE SOBRE MATERIA SECA, DEL TALLO. HOJAS Y TALLO + HOJAS DEL MAÍZ.	11
3.	VALOR NUTRITIVO PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ. (BASE 100% MS).	12
4.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PLANTA DE MAÍZ Y EN LAS PARTES QUE LA CONFORMAN, A TRAVÉS DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.	13
5.	COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PLANTA DE MAÍZ A DIFERENTES EDADES DE CRECIMIENTO.	13
6.	CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE QUITO.	20
7.	ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.	22
8.	NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	23
9.	ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ PARA LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	24
10.	ESQUEMA DEL ADEVA.	26
11.	ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.	46
12.	ANÁLISIS DE LAS PAREDES CELULARES DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.	48
13.	ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA.	49
14.	DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.	53
15.	DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES DIETAS CON HARINA DE TAMO DE MAÍZ.	53
16.	REGISTRO DE PESOS CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	56
17.	GANANCIA DE PESO CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA	59

	NEOZELANDÉS.	
18.	CONSUMO DE ALIMENTO CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	61
19.	CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	73
20.	CONVERSIÓN DE PROTEÍNA CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	76
21.	CONVERSIÓN DE ENERGÍA CADA 15 DÍAS.	78
22.	PESO Y RENDIMIENTO A LA CANAL DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.	80
23.	BENEFICIO COSTO CON EL USO DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ CON TRATAMIENTOS, 10 – 20 – 30% DE INCLUSIÓN.	82

## LISTA DE GRÁFICOS

No.		Pág.
1.	Consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 -15 días).	62
2.	Comportamiento del consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 -15 días).	63
3.	Consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (15 - 30 días).	64
4.	Comportamiento del consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (15 - 30 días).	65
5.	Consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (30 - 45 días).	66
6.	Comportamiento del consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (30 - 45 días).	67
7.	Consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (45 - 60 días).	68
8.	Comportamiento del consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (45 - 60 días).	69
9.	Consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 - 60 días).	70
10.	Comportamiento del consumo de alimento de conejos Neozelandeses al aplicar harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 - 60 días).	71

## LISTA DE ANEXOS

1. Análisis estadísticos del peso a iniciar la investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
2. Análisis estadísticos del peso a los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
3. Análisis estadísticos del peso a los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
4. Análisis estadísticos del peso a los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
5. Análisis estadísticos del peso a los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
6. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
7. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
8. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
9. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

10. Análisis estadísticos de la ganancia de peso total en diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
11. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
12. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
13. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
14. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
15. Análisis estadísticos del consumo de alimento 0 – 60 días de la investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
16. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
17. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
18. Análisis estadísticos de conversión alimenticia hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

19. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
20. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia desde los 0 – 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
21. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
22. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
23. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
24. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
25. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
26. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.



27. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
28. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.
29. Análisis estadísticos del peso a la canal de los conejos de la raza Neozelandés alimentados con los diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz.
30. Análisis estadísticos del rendimiento a la canal de los conejos de la raza Neozelandés alimentados con los diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Nieves, D. (2006), manifiesta que los esquemas de alimentación de animales monogástricos tradicionalmente se han basado en el uso de ingredientes dietéticos de origen vegetal, fundamentalmente soya y cereales, cultivos que pueden ser superados desde el punto de vista agronómico por otros mejor adaptados al medio y que no son requeridos para la alimentación humana. Savón, L., *et al.* (2005), indica que el uso de fuentes fibrosas en la alimentación de especies monogástricos constituye en la actualidad, una estrategia muy apropiada para lograr sistemas de producción socialmente deseable y económicamente viable que contribuyan a la preservación de la diversidad.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA.). (2015), estimó que la Producción Mundial de Maíz (2014/2015) es de 991.92 millones de toneladas, significando un incremento del 0,33% en comparación al año anterior en la producción de maíz alrededor del mundo, al respecto la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2013), menciona que los Estados Unidos son el mayor productor mundial de maíz, obteniendo un récord de cosecha de 348 millones de toneladas 27% más respecto al bajo nivel alcanzado el año anterior a causa de la sequía. Instituto Nacional de estadísticas y Censos (INEC). (2006), menciona que en el caso ecuatoriano, anualmente se produce un promedio de 717.940 TM de maíz duro seco y 43.284 TM de maíz duro suave.

España, M. *et al.* (2001), señala que la incorporación de los residuos de cosecha (tallos – hojas) al suelo constituye una alternativa para reponer parte de estas pérdidas y disminuir el efecto de la erosión, en general estos residuos no corresponden en cantidad ni en calidad con lo extraído, conduciendo a una degradación progresiva de los suelos.

Ministerio de Agricultura Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP). (2003), en su informe menciona que existe una población de conejos cercanos a los 515.809 que en su mayoría son alimentados con forrajes, la cantidad restante son alimentados con una ración mixta de forrajes y balanceado. La producción de

carne está dada por la escasa disponibilidad de los alimentos no convencionales y sus elevados precios, en los países en vías de desarrollo, se ha convertido en una actividad prácticamente obligada constituyendo un obstáculo para la rentabilidad y estabilidad de esta actividad agropecuaria Gonzalvo, S.*et al.*(2001).

Martinez, C. *et al.*(2006), indica que la utilización de materias primas esta en muchos casos limitada por la falta de información sobre el valor nutricional, los esfuerzos destinados a determinar la valoración nutritiva de subproductos pueden proporcionar evidentes mejoras en la formulación de piensos pero también en la preservación medioambiental. Al respecto Doorembos, J. *et al.*(1989) expresa que es necesario alimentar a los animales de acuerdo con sus necesidades nutritivas, dependientes a su vez del nivel y tipo de producción y por otro lado prevenir el sobre consumo de nutrientes que implica mayores costes de producción y una mayor excreción de contaminantes al medio. Por su parte Morrison, F. (1996), menciona que un conocimiento preciso del valor nutritivo de las materias primas es esencial para la optimización de las dietas para que la productividad llegue a su máximo potencial genético sin que peligre el mantenimiento de los costos bajos y de índices de mortalidad aceptables.

El principio del análisis principal es determinar en el alimento el porcentaje de humedad, grasa, proteína y cenizas, este método es eficaz en la valoración de alimentos usándose una gran variedad de productos como pastos, forrajes, residuos de cosechas (Noblet, J.,*et al.*2004).

Savón, L.*et al.*(2005), menciona que la composición bromatológica, no refleja el valor nutritivo potencial de estas fuentes, que depende, entre otros factores, de la calidad nutritiva de la fracción fibrosa como es la solubilidad, volumen fibroso, capacidad de retención de agua, capacidad amortiguadora ácida y básica.

Harmon, D.(2007), se refiere a la digestibilidad como la fracción de alimento, sirve como una medida para determinar la calidad de la dieta y de las materias primas utilizadas en ella, además sirve como soporte para el cálculo de los requerimientos nutricionales. La digestibilidad in vivo en conejos es un método directo que establece los requerimientos nutricionales Osorio, E. *et al.*(2012).

emplearon la técnica in vitro con el uso del inóculo cecal del conejo para determinar la digestibilidad de la materia seca (MS) y de la fibra neutro detergente (FND), con el fin de precisar el grado de utilización de la fibra Dihigo, L.y Savón, L. (2004).

A consecuencia de esta falta de materiales se ha visto la necesidad de buscar nuevas alternativas de alimentación tal es el caso de la harina de tamo de maíz encontrándole en abundancia (planta) a nivel de todas las zonas productoras de este grano cuya valoración nutritiva no está muy bien definida en el uso para la alimentación de los conejos, el costo económico para la adquisición de este desecho vegetativo es bajo.

Por lo anotado, en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos.

- Caracterizar la composición proximal, paredes celulares de la harina de tamo de maíz (*Zea mays* variedad rugosa), proveniente de Tambillo en la Provincia de Pichincha.
- Determinar a partir de las pruebas In vitro por licor cecal la digestibilidad de la harina de tamo de maíz de diferentes zonas de Tambillo de la Provincia de Pichincha.
- Determinar de la respuesta animal (Consumo de Alimento, Ganancia de Peso, Conversión Alimenticia y Rendimiento a la Canal) con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz 0 – 10 – 20 – 30% en la alimentación de conejos.
- Evaluar la rentabilidad de la utilización de la harina de tamo de maíz en la alimentación de conejos a través del indicador beneficio costo.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### A. CULTIVO DE MAÍZ

#### 1. Importancia de la Siembra de Maíz

Paucar, C. y Angélica, R. (2004), describen al maíz como uno de los cultivos de cereales más importantes del mundo, actualmente se lo cultiva en todos los continentes, excepto en la Antártida, y es más productivo donde las precipitaciones o el riego son adecuados. La planta de maíz es usada de diferentes maneras: forraje fresco, ensilado, henificado y los residuos de la cosecha del maíz (rastreo de maíz), mazorcas y grano, que pueden molerse para obtener los suplementos alimenticios utilizados durante la época de estiaje (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera SIAP., 2011).

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica). (2007), en Ecuador se siembran anualmente alrededor de 250.000 ha de maíz duro amarillo, con una producción promedio de 2,7 t/ha, que significan alrededor de 595.000 toneladas métricas, frente a la necesidad de la industria de balanceados, que es de 1'200.000 toneladas métricas por año. La época de siembra juega un papel importante en la producción de maíz, estando comprendidas entre el 15 de Diciembre y el 30 de Enero para la estación lluviosa, y entre el 15 de Mayo y 15 de Junio para la estación seca Molina, M.(2010). En el año 2005 la superficie sembrada fue 283 mil hectáreas, mientras que en el 2008 se sembraron 308 mil hectáreas (Nole, P.,2009).

El cultivo de maíz genera una gran cantidad de biomasa aérea (vegetación), la cual el hombre cosecha el 50% en forma de grano, la producción de biomasa residual que genera el maíz de grano (cañas, hojas, chalas y corontas) fluctúa entre 20 y 25 toneladas por hectárea para utilizar directamente en animales (Escobar, J., 2003).

Entre las alternativas planteadas para el uso de los desechos vegetativos de los cultivos con alta producción de biomasa es la sustitución de fuentes convencionales por el aprovechamiento y reciclaje de subproductos agropecuarios (Gonzalvo, S., *et al.*, 2001). España, M., *et al.*, (2001), manifiesta que la incorporación de los residuos de cosecha (tallos – hojas) al suelo

constituye una alternativa para reponer parte de estas pérdidas y disminuir el efecto de la erosión, en general estos residuos no corresponden en cantidad ni en calidad con lo extraído, conduciendo a una degradación progresiva de los suelos.

## **2. Producción Mundial y Nacional**

Inec, (2006), indica que en América, el continente emblema en la producción de maíz, es el que en mayor cantidad de superficie agraria dedica a dicho cultivo, la misma que equivale aproximadamente el 40,13% del total mundial. La producción mundial de maíz en el 2013 fue de 872 millones de toneladas, el 55% de la producción se concentró en dos países, Estados Unidos (274 MM) y China (208 MM), seguidos por Brasil, México y Argentina que en conjunto representan el 13% de la producción mundial, el restante 42% lo comparten 158 países del orbe (MAGAP, 2013). Dentro de la CAN, en primer lugar se encuentra Colombia con el 35,09 % de la producción, seguido de Perú con el 31,08%, Ecuador tiene una participación de 16,42%. En el caso ecuatoriano, anualmente se produce un promedio de 717.940 TM de maíz duro seco en la región Costa y 43.284 TM de maíz duro suave en la región Sierra, MAGAP, (2013), la provincia de los Ríos posee la mayor producción de maíz (56%), cuenta con una productividad de 4,56 Tm/ha y con la mayor superficie cosechada, 150 mil hectáreas, por otro lado, Manabí es la provincia de más baja productividad (2,20 Tm/ha) y genera el 11% de la producción nacional.

## **B. EL CONEJO**

### **1. Características del sistema digestivo del conejo**

Lebas, F., (1986), indica que el estómago del conejo contiene entre 90 -100g, de alimentos en una forma pastosa dentro de un medio ácido, permaneciendo ahí entre tres a seis horas, sufriendo pocas transformaciones químicas. Por su parte De Blas, (2002) menciona que el estómago representa alrededor de un tercio de la capacidad digestiva total, en el existe dos zonas una túndica y una pilórica, en la primera el pH es más elevado de 3,5, en esta permanece las cecotrofas, siendo en esta zona donde ocurre una cierta la actividad fibrolítica, en la zona pilórica el pH es de 1,2, donde ocurre la desnaturalización de la proteína.

El intestino delgado mide alrededor de 3m de longitud, con un contenido líquido, el cual desemboca en el ciego en donde se encuentra la mayor parte del material indigerido fibroso donde se dirige (Lebas, F., 1986).

Rodríguez, J., *et al.* (2009), declaran que el intestino delgado es el sitio donde llegan los alimentos una vez que han sufrido la digestión enzimática para el proceso de absorción. Al respecto Lebas, F. (1986), menciona que el ciego mide de 40 – 45cm de longitud, contiene de 100 – 120g de una pasta homogénea que tiene un contenido de materia seca de 22%, se menciona por parte de De Blas, (2002), que en el intestino grueso reside una población de  $1.010 - 1.012$  bacterias/g, ocurriendo una fermentación de tipo acético siendo usadas las paredes celulares de los vegetales como principal sustrato y soluciones endógenas. Las bacterias que colonizan el ciego del conejo resultan de gran importancia, ya que se ha demostrado que además de ser los principales microorganismos relacionados con la degradación de la fibra del alimento, son los principales productores de vitaminas del complejo B y de proteína de alto valor biológico (Hernández, D. y Cobos, M., 2002).

Hernández, D. y Cobos, M. (2002), señalan que en el ciego se mide la actividad digestiva y eficiencia productiva del conejo debido a que este está situada en un punto posterior a los sitios de absorción de nutrientes, los metabolitos generados en esta cámara fermentativa no pueden ser asimilados y se desechan a través del recto. Ante tal situación De Blas, C. *et al.* (2002), indican que el conejo ha desarrollado el proceso de cecotrofia, mediante el cual consume heces blandas o duras, representando hasta el 18% de materia ingerida. La coprofagia mejora el coeficiente de digestibilidad de la proteína dietética entre un 4 y 18% en función de la calidad de pienso.

Dentro de los órganos secretores y secreciones está la bilis que procede del hígado el cual contiene sales biliares y numerosas sustancias orgánicas pero ninguna enzima, es una sustancia que ayuda en la digestión pero sin actuar por sí sola. El jugo pancreático contiene una gran cantidad de enzimas digestivas que permite la digestión de las proteínas (tripsina, quimotripsina), del almidón (amilasa) y de las grasas (lipasa) (Lebas, F., 1986).

## **2. Alimentación**

MAGAP.(2003), manifiesta en su informe que existe una población de conejos cercanos a los 515.809 que en su mayoría son alimentados con forrajes, la cantidad restante son alimentados con una ración mixta de forrajes y balanceado.

González, G. y Piquer J. (1994), indican que el sistema digestivo de esta especie a permitido la alimentación con el uso de subproductos vegetales o industriales de todo tipo durante muchos años pero con el inicio de la intensificación de la producción se pasó al uso de piensos granulados, considerándose al conejo como un animal selectivo siendo hasta hace años anteriores, actualmente se están reduciendo los costos con el uso de materias primas exóticas teniendo en cuenta que cubran las necesidades nutritivas según su nivel de producción.

Doorembos, J.,*et al*, (1989) señala que es necesario alimentar a los animales de acuerdo con sus necesidades nutritivas, dependientes a su vez del nivel y tipo de producción. El conejo está adaptado a un rápido transito de los ingredientes fibrosos (De Blas, C., 2002).

Doorembos,J.*et al*.(1989), señalan que el conejo es un animal herbívoro que se caracteriza por consumir elevadas cantidades de fibra, su pequeño tamaño exige elevados costos energéticos lo cual precisa cubrir estos altos requerimientos a base de alimentos pobres. A su vez el organismo digestivo de los conejos les dificulta almacenar grandes cantidades de fibra proporcionalmente a su peso, tal y como sucede con la vaca y el caballo Mora, D. (2010). Es necesario un aporte mínimo de fibra de Blas, C. (2002), para asegurar una rápida motilidad de la digesta evitando de esta manera su acumulación en el ciego, un descenso en el consumo, de los rendimientos productivos y un desequilibrio en la flora intestinal, Carabaño,R.*et al*.(2005), alude que el papel beneficioso de la fibra en la prevención de las enfermedades digestivas esta en el control de la microbiota intestinal a través de sus efectos sobre el tracto digestivo y su utilización como sustrato en el crecimiento bacteriano.

González G. y Piquer, J.(1994), expresan que una misión básica de la fibra es el mantenimiento del tránsito de la digesta a través del tracto gastrointestinal.



Piensos con niveles de fibra menores a lo recomendable aumentan el contenido del ciego y disminuyen la velocidad de tránsito digestivo, lo cual podría relacionarse con mayor incidencia de trastornos digestivos a su vez el mismo autor manifiesta que un aporte de fibra escaso (<12-13%) incrementa los riesgos de mortalidad por diarrea, un aporte excesivo (> 16%) encarece el pienso e incrementa el riesgo de problemas digestivos en animales sometidos a regímenes pobres de energía y ricos en proteína poco digestible (cuadro 1). Al ser bajo el aporte de fibra en la dieta nutricional existe una población excesiva de patógenos los cuales se establecen en la mucosa para ejercer su patogenicidad a través de toxinas (Carabaño, R.*et al.*, 2005).

Cuadro 1. RELACIÓN ENTRE NIVELES DE FIBRA Y PROTEÍNA BRUTA DE PIENSO Y PRODUCTIVIDAD.

Proteína Bruta	Fibra Bruta %		
	< 13%	14 -16%	> 16%
< 15%	Problemas Digestivos Rendimiento Bajo	Bajo rendimiento	Muy bajo rendimiento
15 - 18%	Problemas Digestivos	Seguridad y rendimiento alto	Bajo rendimiento
> 18%	Problemas Digestivos	Problemas digestivos	Problemas Digestivos

Fuente: González, G. y Piquer, J., (1994).

El nivel de fibra a utilizar debe tener en cuenta las características del animal, el tipo de fibra y el equilibrio entre esta y otros nutrientes, específicamente almidón y proteína, los márgenes de seguridad deben ser superiores en animales sensibles tales como los gazapos al destete donde la mortalidad constituye la principal preocupación del cunicultor (González, G.y Piquer, J., 1994).

Quintero, E. *et al.*(2007), indican que en una granja cunícola el alimento consumido en fase de engorde, representa la mayor parte del consumo y le sigue en importancia el consumido por las madres en lactación más los gazapos antes

del destete. Los gazapos en crecimiento/cebo (30 – 70 días) regulan el consumo en función de sus necesidades energéticas a menor concentración energética, mayor consumo, piensos muy ricos en FAD aumenta el consumo del pienso, pero disminuye la ingesta energética (González, G. y Piquer, J., 1994). González, P. y Caravaca, F. (2003), mencionan que los machos de reposición se alimentan ad libitum y a partir de los cinco meses de edad, cuando se van a poner en servicio, se restringe su alimentación suministrándoles del orden de 150 g/día. Los gazapos en cebo se alimentan ad libitum, consumiendo de 100 a 130 g/día.

## **C. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS**

### **1. Análisis Inmediato de los Alimentos ó Análisis Proximal**

El principio del análisis principal es el de determinar en el alimento el porcentaje de humedad, grasa, proteína y cenizas, siendo eficaz en la valoración de una gran variedad de alimentos como pastos, forrajes, residuos de cosechas, existen varios desacuerdos ya que no se ha encontrado un método que determine eficazmente la fibra (Borrás, M., 2006). El análisis proximal no determina sustancias químicas en específico, sino los compuestos presentes por análisis químicos como es el Agua ó Materia Seca, Extracto Etéreo, Proteína Cruda, Cenizas, Fibra Cruda y Extracto no Nitrogenado (Velásquez, P. *et al.* 2008),

#### **a. Humedad**

Todos los alimentos, cualquiera que sea el método de industrialización a que hayan sido sometidos, contienen agua en mayor o menor proporción. Las cifras de contenido en agua varían entre un 60 y un 95% en los alimentos naturales. La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles. El principio operacional del método de determinación de humedad utilizando estufa y balanza analítica, incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra (Julieta, E., 2009).

#### **b. Cenizas**

Greenfield, D. y Southgate, T. (2006), aducen que desde el punto de vista nutricional, el registro del valor de las cenizas tiene escaso valor, salvo para

proporcionar una estimación aproximada del material inorgánico total y verificar la réplica en la destrucción de la matriz.

El valor principal de la determinación de cenizas (y también de las cenizas solubles en agua, la alcalinidad de las cenizas y las cenizas insolubles en ácido) es que supone un método sencillo para determinar la calidad de ciertos alimentos. Las cenizas de los alimentos deberán estar comprendidas entre ciertos valores, lo cual facilitará en parte su identificación. La determinación en seco es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos. En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 - 600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza (Julieta, E., 2009). Referirse a los cuadros 2, 3, 4 y 5.

Cuadro. 2 COMPOSICIÓN QUÍMICA, EXPRESADA EN PORCENTAJE SOBRE MATERIA SECA, DEL TALLO. HOJAS Y TALLO + HOJAS DEL MAÍZ.

Variable	Tallo	Hojas	Tallo + Hojas
Proteína Bruta	7,6	9,3	8,4
Extracto etéreo	1	1,8	1,2
Fibra Detergente Neutro	51,4	66,8	58,8
Fibra Detergente Ácido	32	42,2	38
Celulosa	24,8	27,9	26,6
Lignina	6,3	6,8	6,5
Cenizas	8,2	14,7	10,4

Fuente. Treviño, J. *et al.*(2011).

Cuadro3: VALOR NUTRITIVO PARA EL CULTIVO DEL MAÍZ. (BASE 100% MS).

Variable	Hojas	Tallos	Chalas	Corontas	Planta	Coronta	Rastrojo	Promedio
MS (%)	88,6	83,2	89,1	90,4	25,7	90	90	79,57
Cenizas (%)	10,5	7,2	7,1	3,4	29,7	1,8	5,8	9,36
PC (%)	10,9	3,6	9,4	3	11,8	2,8	5,9	6,77
FC (%)	28,1	47,7	24,8	34,6		35	37,1	34,55
FDN (%)					48	44	46	46,00
FDA (%)					30,5			30,50
ED (Mcal/kg)	2,49	2,17	2,77	2,43		1,01	1,05	1,99
EM (Mcal/kg)	2,04	1,78	2,27	2		0,15	0,33	1,43
ENm (Mcal/kg)	1,21	1,05	1,35	1,18		1,03	1,1	1,15
ENg (Mcal/kg)	0,54	0,24	0,75	0,48				0,50
ENI (Mcal/kg)	1,23	0,98	1,45	1,18				1,21

Fuente: Escobar, J. L. (2003).

Cuadro 4: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PLANTA DE MAÍZ Y EN LAS PARTES QUE LA CONFORMAN, A TRAVÉS DEL PERIODO DE CRECIMIENTO.

Edad	MS1	PC	FDN	FDA	LIG	CEN	DIVMS	ED
Días	%	%	%	%	%	%	%	%
70	8,01	14,42	62,65	39,68	3,71	14,82	70,98	3,13
84	11,24	11,82	70,53	42,39	4,08	12,19	63,85	2,82
98	13,00	10,94	69,88	40,44	4,14	9,89	64,90	2,86
112	15,39	9,36	77,43	40,15	4,56	8,40	55,29	2,44
126	18,41	7,90	76,83	38,96	4,83	8,02	51,46	2,27
154	22,28	7,63	75,53	39,49	5,60	8,07	46,57	2,06

Fuente: Elizondo, J. y Boschini, C. (2002).

Cuadro 5: COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PLANTA DE MAÍZ A DIFERENTES EDADES DE CRECIMIENTO

Edad	Materia Seca	Proteína Cruda	Fibra Detergente +	Hemice%	Fibra Detergente	Lignina	Cenizas
Días	%	%	Neutra %		Acido %	%	%
37	7,11	23,22	51,36	19,15	32,21	2,51	19,17
51	9,20	20,70	58,16	25,27	32,89	2,68	17,26
65	8,30	17,52	62,07	23,08	38,99	2,95	16,83
79	8,66	15,71	64,73	22,22	42,51	3,18	17,81
93	14,02	13,05	73,12	27,81	45,32	4,25	13,54
107	18,94	15,57	60,50	26,97	33,52	4,27	9,64
121	18,76	12,57	66,75	29,84	36,90	4,49	10,92

Fuente: Amador, A. y Boschini, C., (2000).

### **c. Proteína Bruta**

En este trabajo de rutina se obtiene la proteína total, mediante el procedimiento de referencia Kjeldahl, el cual mide el nitrógeno orgánico total (Julieta, E. 2009). En este método se digiere la materia orgánica con ácido sulfúrico concentrado caliente. Para elevar el punto de ebullición del ácido se le añade una «mezcla catalizadora», que normalmente contiene un verdadero agente catalítico junto con sulfato de potasio. Todo el nitrógeno orgánico se convierte en amoníaco, que se suele medir mediante titulación (Greenfield, H. y Southgate, T., 2006). Referirse a los cuadros 2, 3, 4 y 5.

### **d. Extracto Etéreo**

Los lípidos, junto con las proteínas y carbohidratos, constituyen los principales componentes estructurales de los alimentos. (Nielsen, S., 2003). Los lípidos se definen como un grupo heterogéneo de compuestos que son insolubles en agua pero solubles en disolventes orgánicos tales como éter, cloroformo, benceno o acetona. (Julieta, E. 2009). Los lípidos comprenden un grupo de sustancias que tienen propiedades comunes y similitudes en la composición, sin embargo algunos, tales como los triacilgliceroles son muy hidrofóbicos. Los lípidos son sustancias solubles en disolventes orgánicos e insolubles en agua. La determinación consiste en un proceso de extracción cuantitativa en presencia de un solvente orgánico y se realiza habitualmente mediante extractores de reflujo especiales (extractores Soxhlet) durante 6 h (Nielsen, S., 2003). Referirse al cuadro 2.

### **e. Fibra Cruda**

Este principio nutritivo pretende ser un estimador de los carbohidratos estructurales y otros compuestos orgánicos que están asociados a los mismos. Representa los materiales que son totalmente indigestibles o que sólo pueden ser aprovechados parcialmente mediante la acción fermentativa de los microorganismos del tracto digestivo (Julieta, E., 2009). El procedimiento gravimétrico de la Official Methods of Analysis (AOAC), exige una gran pericia al medir niveles bajos, pero se consigue una buena precisión con los alimentos cuyo contenido de fibra es alto, como los productos de salvado y de harina integral (Greenfield y Southgate, 2006). El método de determinación se basa en simular la

acción del jugo gástrico y del jugo intestinal mediante dos tratamientos sucesivos (1) con ácido sulfúrico diluido, (2) con hidróxido potásico diluido, respectivamente (Agronomía, D., 2012). Referirse al cuadro 3.

**f. Extracto Libre de Nitrógeno (ELN)**

El material libre de nitrógeno o extracto no nitrogenado (Extracto No Nitrogenado - ENN) pretende estimar el contenido de almidón, azúcares solubles, pectinas, ácidos orgánicos, fructanos y otros compuestos orgánicos. El ELN incluye una cantidad variable de celulosa, hemicelulosa y lignina, que depende de la especie y fase de crecimiento de la planta. Expresados los principios nutritivos cenizas, proteína bruta, extracto etéreo y fibra bruta en forma de porcentaje sobre materia seca, el ENN se define como el complemento a 100% de la sumatoria de todos ellos (Nielsen, S., 2003).

**g. Fibra Detergente Neutra (FDN)**

El sistema analítico pretende determinar el contenido de pared celular o residuo FDN mediante la solubilización del contenido celular (CC). El tratamiento del material vegetal con una solución de sulfato de lauril sódico, tamponada a pH 7.0  $\pm$  0.1, en ebullición suave, durante 1 h, permite recuperar la fracción FDN, a excepción de las pectinas (Agronomía, D., 2012). Referirse a los cuadros 2, 3, 4 y 5.

**h. Fibra Acido Detergente (FAD)**

En un análisis secuencial (AS) de los componentes de la pared celular vegetal, la fibra detergente ácido (FAD) representa principalmente una fracción compuesta de lignina, celulosa, minerales, cutina y algunas hemicelulosas. La fibra detergente ácido corresponde al residuo que queda después de tratar la fracción FDN con una solución de bromuro de cetil trimetil amonio en ácido sulfúrico (1N), en ebullición suave, durante 1 hora (Agronomía, D., 2012). Referirse a los cuadros 2, 3, 4 y 5.



### **i. Lignina Detergente Acido (LAD)**

La lignina es virtualmente indigestible y obstaculiza la digestión de la celulosa y otros componentes de la pared celular. La lignina ácido detergente (LAD) se denomina también lignina sulfúrico o lignina Klason. El tratamiento del residuo de fibra detergente ácido con ácido sulfúrico al 72% disuelve la celulosa y la cutina y deja como residuo la lignina con productos de Maillard y cenizas. En aquellos alimentos que contienen una elevada cantidad de cutina (orujo de uva, orujo de aceituna, etc.) puede ocurrir que la solución de ácido sulfúrico no la disuelva y, por lo tanto, se sobreestima el valor de LAD. Para evitar este problema se puede determinar el contenido en cutina y efectuar la corrección del valor LAD (Nielsen, S., 2003). Referirse a los cuadros 2, 4 y 5.

### **j. Digestibilidad Técnica del Licor Cecal**

La técnica se fundamenta en el uso del licor cecal del conejo que simula la acción fermentativa de los microorganismos existentes en el ciego del animal sobre los alimentos que sean objeto del análisis y con la simulación de las condiciones de pH y temperatura a las cuales estas enzimas realizan su acción dentro del animal, lo que permitirá obtener datos sobre la digestibilidad del alimento (Nielsen, S., 2003).

Los tallos presentan las estructuras más lignificadas y de menor contenido de proteína bruta (3,1%) y las hojas de 4 - 7%. La composición química indica que el rastrojo de maíz es bajo en materias nitrogenadas (4,5% de proteína bruta promedio). La pared celular presenta un mayor porcentaje de hemicelulosa que de celulosa. Su bajo porcentaje de lignina lo hace ser más digestible que las pajas de cereales, siendo así mismo más rico en azúcares solubles que éstas. Por esta razón este residuo presenta un valor energético superior al de las pajas de cereales, fluctuando entre 1,69 y 2,1 Mcal/kg de materia seca (Manterola, M. y Mira, J., 2009).

## **2. Determinación de las propiedades físico químicas**

La calidad de los alimentos fibrosos se pueden modificar considerablemente por sus características físicas – químicas, factores tales como el tamaño de la partícula, solubilidad, capacidad tampón o buferante, volumen de empacada y propiedades de superficie de la partícula (capacidad de absorción de agua e intercambio catiónico) y viscosidad influyendo fisiológicamente en la ingesta del tracto gastrointestinal (Dihigo, E. y Savón, L., 2004).

### **a. *Capacidad de Absorción de Agua***

Es la capacidad de la fibra para inmovilizar el contenido de agua. La calidad de la fibra se ve determinada por la cantidad de polisacáridos observándose una mayor absorción del agua por las celulosas y una nula absorción en la lignina (Dihigo, E. y Savón, L., 2004).

Dihigo, E. y Savón, L. (2004), mencionan que las fuentes de fibra usadas (la caña de azúcar, harinas integrales, etc.) al ser voluminosas tienen absorben mayor cantidad de agua. Al aumentar la fibra y al ser esta mezclada forma una pasta y que incrementa el flujo de agua que pasa minorando la digestibilidad aparente del sodio.

### **b. *Capacidad Buferante o Tampón***

Se lo define como medida de resistencia en la variación del pH ante la adición de un ácido ó base fuerte, en las especies monogástricos el proceso de digestión sufre un cambio dramático del pH que va de 1.0 hasta cerca de la neutralidad con pH que llega hasta 7.2 estos cambios pueden afectar la capacidad de enlazar los minerales provocando una disminución en la absorción(Dihigo, E. y Savón, L., 2004).

La capacidad buferante de fuentes fibrosas se la determina por el número de equivalente ácidos y de base consumida para cambiar su pH en una unidad (Dihigo, E. y Savón, L., 2004).

#### **D. INVESTIGACIONES REALIZADAS CON EL EMPLEO DE DIETAS FIBROSAS EN CONEJOS**

Nieves, D. *et al.*, (2011), describen al *Arachispintoí* o maní forrajero como una leguminosa que representa una alternativa para la alimentación de conejos en forma de heno o fresco. El presente ensayo se realizó durante un período de 33 días, Se utilizaron 63 animales mestizos nueva Zelanda x California, destetados a los 30 días de edad, Para evaluar la Ganancia Diaria de Peso, los conejos se pesaron semanalmente y para medir el consumo de forraje y alimento se registró semanalmente el suministro y rechazo. Los resultados se evaluaron mediante el análisis de la varianza, según un diseño completamente al azar y los promedios para las variables estudiadas se compararon con la prueba de Tukey, utilizando el paquete estadístico SAS. Los animales que consumieron materias primas no convencionales con 16,31% y 16,81% de proteína, 6,93% y 8,20% de fibra obtuvieron una ganancia superior de peso ( $P < 0,05$ ) en comparación al alimento comercial con 19,66% de proteína y 9,8% de fibra. Sin embargo, la GDP para los conejos que consumieron las dietas en forma de harina fue satisfactoria si se considera que éstas fueron de bajo costo.

Quintero, E.*et al.*, (2007), menciona que el botón de oro, *Tithoniadiversifolia*, se utiliza en diferentes partes del mundo como forraje, abono, medicina, etc. Siendo este incorporado en diferentes tratamientos T0 (0%), T1 (15%), T2(30), T3 (40%), en los cuales existió diferencias significativas entre los tratamientos para el consumo de materia seca pudiendo ser que fue afectada la palatabilidad, en la ganancia de peso existieron diferencias significativas, las menores ganancias de peso registradas pueden deberse a los altos contenidos de cascarilla de arroz para la obtención de los niveles fibra requeridos. En conversión alimenticia se presentaron diferencias significativas para el tratamiento testigo con 4.2 y con un nivel de fibra de 14,3.

En los tratamientos con *Thitoniadiversifolia* los conejos emplearon mayor número de días para alcanzar el peso comercial pero al realizar el cálculo de costos estas raciones fueron favorables siendo el mejor tratamiento el T2 con el 30%.

Gidenne, T., (2000), un consumo reducido de fibra en conejos, induce a un incremento en la incidencia de problemas digestivos; entre otros aspectos, se ha observado que el consumo de alimento se reduce en 25% cuando se disminuye el porcentaje de fibra en la dieta de 20% a 12%, pero si el contenido de fibra detergente ácido es mayor o igual a 25%, los animales no pueden consumir la suficiente cantidad de alimento para cubrir sus necesidades energéticas, lo que da lugar a una disminución en la tasa de cambios.

Rodríguez, J. *et al.*, (2009), el consumo de materia seca aumentó con el nivel de fibra bruta en la ración ( $P < 0,1$ ) lo cual era de esperar con el menor contenido de energía digestible de las raciones altas de fibra. El contenido de proteína bruta también afectó al consumo de pienso aunque no en forma lineal. La ingesta aumento hasta el 16% de la proteína bruta pero disminuyó a partir de aquí. Numéricamente, el mayor consumo se obtuvo con el pienso que contenía 16% de PB y el 15% de FB. Los incrementos diarios de peso mejoraron según se aumentó el nivel de fibra Bruta de los alimentos (28 – 31 – 34g/día para los piensos con 7 – 11 -15% de Fibra Bruta respectivamente) ( $P < 0,01$ ). Por otro lado los incrementos de peso se obtuvieron con raciones que contenía 16% de PB (26 – 32 – 35 -31 g/día para los piensos con 12 -14 -16 -18% de PB respectivamente. Los mejores rendimientos se obtuvieron con raciones conteniendo altos niveles de PB (16%) y de FB (15%).

Lara, P. *et al.*, (2012), mencionan que durante el periodo de engorda, se encontraron diferencias ( $p < 0.05$ ) tanto en el consumo de alimento como en la ganancia diaria de peso y en la conversión alimenticia; en donde los conejos con morera mostraron los mejores indicadores, con respecto a los tratamientos de prueba, los conejos alimentados con mini bloques de morera consumieron mayor ( $p < 0.05$ ) cantidad de MS y tuvieron mejor ( $p < 0.05$ ) ganancia diaria con respecto a los que recibieron los mini - bloques elaborados con harina de tulipán; a pesar de esto, no se detectaron diferencias ( $p > 0.10$ ) en la conversión alimenticia probablemente por la elevada variabilidad en el consumo de los mini - bloques de tulipán.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### A. LOCALIZACIÓN Y DURACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se desarrollo en el Laboratorio de Nutrición y Bromatología de la Facultad de Ciencias Pecuarias, en la Escuela de Ingeniería Zootécnica en donde se desarrollaron los análisis químicos de la investigación (caracterización de la composición proximal, paredes celulares, análisis mediante pruebas in vitro por licor cecal), en base a los resultados obtenidos se analizó la respuesta animal en conejos de la raza neozelandés en la Granja de Producción de Conejos Don Juanito, Cantón Ambato, Provincia del Tungurahua, en donde se determinó la eficacia de cuatro tratamientos (0- 10 -20 y 30%), a base de la Harina de Tamo de Maíz.

Las condiciones meteorológicas de la Zona en el Cantón Ambato se reportan en el cuadro 6:

Cuadro 6. CONDICIONES METEOROLÓGICAS DE LA CIUDAD DE QUITO.

Parámetros	Promedio Quito	Promedio Ambato
Humedad Relativa (%)	54	52
Altitud (msnm)	2820	2600
Precipitación (mm/año)	1700	1700
Temperatura (°C)	13	12
Clima	Templado Frío	Templado Frío

Fuente: metropolitantouring. (2014), Hunink,*et al.* (2013).

El estudio tuvo una duración de 120 días distribuidos en la toma de muestra, análisis proximal, análisis de paredes celulares, pruebas de digestibilidad in vitro y determinación de la respuesta animal bajo los tratamientos usados.

### B. UNIDADES EXPERIMENTALES

En la evaluación del valor nutritivo de la harina de tamo de maíz se empleó 3 muestras obtenidas de diferentes áreas del sector Tambillo. Se consideró además la evaluación de este subproducto en 40 conejos de la raza neozelandés

de 90 días de edad machos, de un peso promedio de 1457,175g, con fluctuaciones que estuvieron entre 1391,9 y 1528,6g, para determinar el comportamiento productivo, en las fases de crecimiento y engorde.

### **C. MATERIALES, EQUIPOS E INSTALACIONES**

Los materiales y equipos utilizados serán los siguientes:

#### **1. Laboratorio**

- Equipo para determinar proteína.
- Equipo para determinar fibra.
- Equipo para determinar grasa.
- Equipo para determinar digestibilidad In vitro por licor cecal.
- Estufa.
- Balanza analítica.

#### **2. De campo**

- 40 jaulas de 0,40 x 0,5 x 0,35 m (1 animal por jaula).
- Tablillas identificadoras.
- Comederos de tubo p.v.c. de 4 pulgadas individuales.
- Bebederos de taza individuales.
- Baldes plásticos de 20 litros de capacidad.
- Balanzas con capacidad de 3 kg y 12 kg.
- Equipo sanitario y veterinario.
- Equipo de limpieza y desinfección.
- 40 conejos de la raza Neozelandés.
- Alimento con diferentes niveles de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.
- Equipo de sacrificio.
- Materiales de oficina.

### **D. TRATAMIENTO Y DISEÑO EXPERIMENTAL**

#### **1. NÚMERO DE TRATAMIENTOS**

En la presente investigación se utilizó 10, 20 y 30% de contenido de harina de maíz en la alimentación de conejos con 10 repeticiones cada uno, los mismos que se distribuyeron bajo un diseño completamente al azar que se ajusta al siguiente modelo lineal aditivo:

$$Y_{ij} = u + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

En dónde:

$Y_{ij}$  = Valor del parámetro en determinación.

$u$  = Media general.

$\alpha_i$  = Efecto de los niveles de balanceado.

$\epsilon_{ij}$  = Efecto del error experimental.

#### a. Esquema del Experimento

El esquema del experimento se demuestra en el cuadro 7:

Cuadro 7. ESQUEMA DEL EXPERIMENTO.

Nivel de inclusión de Harina de Tamo de Maíz	Código	Repeticiones	TUE	Animales/ Tratamiento
Control	T0	10	1	10
10%	T1	10	1	10
20%	T2	10	1	10
30%	T3	10	1	10
Total				40

TUE: Tamaño de la Unidad experimental, un animal.

#### b. Composición de las Raciones Experimentales

La composición de las diferentes dietas se las puede demostrar en el cuadro 8.

Cuadro 8: NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

MATERIAS PRIMAS	Niveles de Harina de Tamo de Maíz			
	T0%	T1%	T2%	T3%
Aceite de palma	3	3,47	3,52	4
Tamo de Maíz	0	10	20	30
Torta de soya	15,2	14,27	11,14	9,27
Afrecho	40	38	31,87	20,34
Maíz	18,1	11,18	12,03	15,87
Polvillo Cono	10	8,13	9,54	10
Melaza	0	9,71	6,12	3,61
Sal común	0	3,12	2,58	1,94
Sal mineralizada	0,87	0,87	0,87	0,87
Carbonato de calcio	6,09	0,58	1,02	1,77
Fosfato Bicalsico	6,76	0,55	1,16	2,13

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento con 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento con 20% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.



El análisis proximal de las dietas usadas se encuentra en el cuadro 9.

Cuadro 9: ANÁLISIS PROXIMAL DE LOS DIFERENTES NIVELES DE INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ PARA LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

Variables	Tratamientos			
	T0	T1	T2	T3
Proteína (%).	14,42	14,50	14,62	14,69
Fibra (%).	13,72	15,76	18,28	19,54
Grasa (%).	3,72	3,80	3,30	2,74
Materia Seca (%).	88,33	88,28	87,83	86,74
Humedad (%).	11,67	11,72	12,17	13,26
Cenizas (%).	6,46	6,27	5,79	5,34
ELN (%).	61,69	59,66	58,02	57,70
FDN (%).	35,76	41,59	43,48	45,83
FDA (%).	15,76	17,80	19,72	21,41
Lignina (%).	7,24	7,39	8,25	10,96
Solubilidad ml/g.	23,18	22,64	22,00	21,69
Vol– ml.	11,35	12,40	13,00	13,75
Densidad.	0,44	0,41	0,39	0,37
CAA g/g.	0,12	0,13	0,17	0,18
CBaMeq Ácido.	0,039	0,038	0,036	0,039
CBbMeq Básico.	0,038	0,036	0,031	0,031

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento con 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento con 20% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

## **E. MEDICIONES EXPERIMENTALES**

Se realizaron las siguientes mediciones experimentales:

### **a. ANÁLISIS DE LABORATORIO**

- Caracterización química del alimento mediante el análisis proximal (Humedad, Materia Seca, Proteína, Fibra, Cenizas, Extracto Libre de Nitrógeno), paredes celulares (FDN, FDA, LDA).
- Pruebas de digestibilidad de la Harina de Tamo de Maíz In Vitro de la materia orgánica por licor cecal de las diferentes muestras.
- Propiedades físicas de la fibra (Solubilidad, Volumen; Densidad; CAA, CBa, CBb)

### **b. RESPUESTA ANIMAL**

- Pesos cada 15 días.
- Ganancia de Peso cada 15 días.
- Consumo de Alimento cada 15 días.
- Conversión Alimenticia cada 15 días.
- Peso y Rendimiento a la Canal en gramos.
- Conversión de energía.
- Conversión de proteína.
- Beneficio/Costo en dólares.

## **F. ANÁLISIS ESTADÍSTICOS Y PRUEBAS DE SIGNIFICANCIA.**

### **1. Estadística Descriptiva**

Se aplicaron las siguientes medidas:

- Medidas de Tendencia Central. Media, Mediana y Moda.
- Medidas de dispersión. Variabilidad, Desviación Estándar y Rango.

Para el presente trabajo de evaluación se determinó los siguientes análisis:

- ADEVA para las diferencias.
- La separación de medias se lo realizara según Tukey.

El esquema de análisis de varianza se reporta en el cuadro 10.

Cuadro 10. ESQUEMA DEL ADEVA.

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Total	39
Tratamientos	3
Error	36

## **G. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

### **1. Descripción del Experimento**

- Selección del material de tres lugares diferentes.
- Valoración nutritiva de las diferentes muestras.
- Recolección del material a usar.
- Pruebas de digestibilidad in vitro por licor cecal.
- Formulación de las dietas con los diferentes niveles de inclusión de la Harina de Tamo de Maíz.
- Elaboración de las Dietas.
- Limpieza de las jaulas y desinfección total del ambiente.
- Selección de 40 conejos de la raza Neozelandés.
- Periodo de adaptación de los conejos al alimento.
- Toma del incremento de pesos cada 15 días durante 60 días.
- Pesaje del alimento y sobrantes cada 24 horas durante 60 días.
- Peso a la canal de los conejos.
- Rendimiento a la canal de los conejos.

## **H. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN**

### **1. Análisis de Laboratorio**

#### **a. Determinación de la Humedad Higroscópica**

Las muestras desecadas a 65°C de temperatura, aun contienen cierta cantidad de agua llamada humedad Higroscópica; esta humedad químicamente esta enlazada con sustancias del alimento y depende de la composición e higroscopia del mismo. Se determina esta humedad de las muestras en la estufa a 105°C por un tiempo de 12 horas.

**Materiales**

- Balanza Analítica.
- Estufa a 105°C.
- Cápsulas de aluminio de 5 cm de diámetro.
- Desecador.
- Espátula.

**Procedimiento**

- Las cápsulas previamente lavadas colocar en la estufa para su respectivo tarado (2 horas), posteriormente sacamos al desecador por 30 minutos y se realiza el primer peso de la cápsula.
- En cada cápsula más la muestra húmeda colocar a 105°C por un tiempo de 12 horas.
- Luego se traslada las cápsulas al desecador para enfriarlo por 30 minutos y se realiza este segundo peso.

Se procede de esta manera hasta que la diferencia de estos dos pesos no pase de 20 a 30 mg y se realiza el cálculo.

**Cálculos**

$$\%HH = ((W2 - W3) / (W2 - W1)) \times 100.$$

Donde

HH= Humedad Higroscópica.

W1= Peso de la cápsula sola.

W2= peso de la cápsula más la muestra húmeda.

W3= peso de la cápsula mas la muestra seca.

**b. Determinación de Cenizas****Principio de método**

Se lleva a cabo por el método de incineración seca y consiste en quemar la sustancia orgánica de la muestra problema en la mufla a una temperatura de 600 °C provocando combustión de las sustancias orgánicas formándose  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ,

$\text{NH}_4$ , y las sustancias inorgánicas (Minerales) se queda en forma de residuos la incineración se lleva a cabo hasta obtener una ceniza color gris ó gris claro.

### **Materiales.**

- Crisoles de Porcelana de 4,5 cm de diámetro, con tapas.
- Estufa de 105°C.
- Plancha pre calcinador.
- Desecador con silica gel.
- Mufla de 550°C.
- Balanza Analítica.
- Pinzas para Crisoles.
- Muestra Problema.

### **Procedimiento**

- Los crisoles limpios se les lleva para el tarado respectivo en la estufa durante dos horas, se los enfría en el desecador durante 30 minutos y luego se pesa el crisol solo.
- En los crisoles pesados se toma 1 gramo de muestra problema y se anota el peso.
- Cada crisol es llevado y colocado en la plancha pre calcinadora, regulando la temperatura del mismo, cuando la muestra ha dejado de desprender vapores, están listas para ser llevadas a la mufla.
- Luego se coloca en la mufla con sus respectivas tapas a una temperatura de 600°C para realizar la incineración por un tiempo de 4 horas como mínimo desde que la mufla a alcanzado esta temperatura.
- Luego se coloca en la mufla con sus respectivas tapas a una temperatura de 600°C para realizar la incineración por un tiempo de 4 horas como mínimo desde que la mufla a alcanzado esta temperatura.
- Después de este tiempo se saca al desecador por 30 minutos.
- Finalmente pesamos cada uno de los crisoles y registramos este peso y por diferencia de pesos se realiza el cálculo respectivo.

Formula.

$$\%C = ((W3 - W1)/(W2 - W1)) \times 100$$

**Donde:**

C= Ceniza.

W1= Peso del crisol solo.

W2= Peso del crisol más la muestra húmeda.

W3= peso del crisol mas las cenizas.

### **c. Determinación de Proteína Cruda**

- Calentando el alimento con ácido sulfúrico concentrado, los hidratos de carbono y las grasas se destruyen hasta formar anhídrido carbónico agua.
- La proteína se descompone con la formación de amoníaco el cual interviene en la reacción con el ácido sulfúrico y forma sulfato de amonio. El sulfato de amonio en medio ácido es resistente y su destrucción con desprendimiento de amoníaco sucede solamente en base básica. Por consiguiente, luego de la formación de la sal de sulfato de amonio, actúa en base fuerte al 5% y se desprende todo el nitrógeno en forma de amoníaco.
- El amoníaco que se desprende se calcula mediante la absorción de este con 0.1N de una solución de ácido clorhídrico por titulación.

### **Materiales**

- Aparato de Destilación y digestión Macro Kjendahl.
- BalonesKjendahl de 500ml.
- Probetas.
- Frascos Erlemneyer de 500ml.
- Soporte Universal.
- Agitador magnético.
- Barra de agitación.

### **Reactivos**

- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado.
- NaOH al 50%.
- Catalizador.

- $\text{H}_3\text{BO}_4$  al 4%.
- Indicador para Macro Kjendahl.
- HCl estandarizado al 0.1N.

### **Procedimiento**

- Pese en los papeles Bond 1 gramo de la muestra, para esto primero pesar el papel vacío y luego con la muestra.
- Introduzca las muestras en los balones de Kjendahl de 500ml.
- Añada cada balón aproximadamente con 25 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .
- Coloque los balones en digestión en el equipo de Kjendahl, prenda el extractor de vapores.
- Deje que se digiera la muestra hasta que queda un color azul brillante lo cual se consigue en un tiempo de 4 horas.

### **Etapas de Digestión**

- Mientras se realiza la etapa de Digestión proceda a preparar la etapa de destilación.
- Una vez realizada la digestión de la muestra con el ácido sulfúrico saque con cuidado los balones Kjendahl de los digestores y déjelos enfriar.
- Traslade los envases Erlenmeyer con el ácido bórico al 2,5% al equipo de destilación e introduzca los tubos de vidrio del equipo en el Erlenmeyer, teniendo cuidado que los tubos queden en contacto con el ácido bórico al 2,5%.
- Abrir el grifo de agua que está conectado a los refrigerantes del equipo Kjendahl con las muestras digeridas, añada a cada balón 200ml de agua destilada con cuidado.
- Proceda a añadir muy cerca del equipo Kjendahl 50 ml NaOH al 50% en cada Balón.
- Colocamos inmediatamente el balón de Kjendahl a cada tapón de hule del equipo de destilación, agitamos al balón para homogenizar la sustancia producto de la reacción.
- Prendemos los reverberos del equipo de destilación del aparato de determinación de la proteína y regulamos la temperatura.

## Etapa de destilación

- Una vez recolectado los 200 – 250 ml del destilado los matraces Erlenmeyer y ponemos de 2 a 3 gotas del Indicador Macro Kjendahl.
- Armamos el equipo de titulación que consiste en el soporte universal con las porta buretas, el agitador magnético y la barra de agitación.
- Ponemos en la Bureta el ácido clorhídrico 0,1N.
- Colocamos dentro del Matraz Erlenmeyer con el destilado, y la barra de agitación sobre el agitador magnético.
- Realizamos la titulación con ácido clorhídrico 0,1N estandarizado, registrando la cantidad de ácido clorhídrico utilizamos en el viraje del color.

## Formulas

$$\%PB = (F \text{ (HCl 0.1N)} \times 0.0014 \times 6,35 \times 100 \times \text{ml gastados}) / ((\text{Peso del papel} + \text{muestra}) - (\text{Peso del papel solo})).$$

Donde:

- F= Factor del ácido clorhídrico 0,1N estandarizado.
- 0.0014=constante.

## d. Determinación de la Fibra Cruda

Se basa en la sucesiva separación de ceniza, proteína, grasa y sustancias del extracto libre de nitrógeno, la separación de esta sustancia se logra mediante el tratamiento con una solución débil de ácido sulfúrico y álcalis, agua caliente y acetona. El ácido sulfúrico hidroliza a los carbohidratos insolubles (almidón y parte de la hemicelulosa), los álcalis transforman en estrato soluble a las sustancias albuminosas, separando a la grasa, disuelven parte de la hemicelulosa y lignina, el éter o acetona extraen las resinas, colorantes, residuos de grasa y eliminan el agua. Después de todo este tratamiento el residuo que queda es la fibra.

## Materiales

- Digestor de Fibra LABCONCO.
- Balanza analítica.



- Beakers de 600ml de capacidad.
- Probeta Graduada de 25 y 200ml.
- Equipo de Bomba de Vacío.
- Crisoles de Gooch.
- Vasos de Precipitación de 500ml.
- Cajas Petri.
- Desecador.
- Mufla Estufa.
- Muestra Problema.

### **Reactivos**

- Ácido Sulfúrico al 7%.
- Hidróxido de Sodio.

### **Procedimiento**

- Se pesa 1 gramo de la muestra problema por adición en un papel aluminio y se registra ese peso.
- Se coloca la muestra en el vaso Beaker y se pesa en el papel con el sobrante y se anota el peso.
- A cada beaker con la muestra se coloca 200ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 7% mas 2 ml de alcohol- amílico, estos vasos colocamos en las hornillas del digestor levantando lentamente haciendo coincidir los vasos con los bulbos refrigerantes.
- Se deja por el tiempo de 25 minutos regulando la temperatura de la perilla en 7, también controlando que el flujo de agua se encuentre en funcionamiento adecuado (etapa de digestión ácida).
- A los 25 minutos se baja la temperatura de 7 a 2,5 y se añade 20 ml de NaOH al 22% manejando los vasos con sumo cuidado y se deja por 30 minutos exactos. Los tiempos se toman desde que empieza la ebullición.
- Una vez terminada la digestión alcalina se arma el equipo de bomba al vacío, preparando además los crisoles de Gooch con su respectiva lana de vidrio para proceder a la filtración.

- Se coloca los crisoles en la bomba, filtrando de esta manera el contenido de los vasos realizando su lavado con agua destilada caliente.
- Se raspa las paredes del vaso los residuos que están adheridos para enjuagar posteriormente.
- El lavado se realiza con 200ml de agua, se debe tratar con cuidado la filtración para evitar que se derrame por las paredes del crisol.
- Luego se coloca los crisoles en una caja petri Posteriormente se trasladara la muestra a la estufa por el lapso de 8 horas para secar a una temperatura de 105°C.
- Se saca del desecador y se realiza el primer paso registrando en primera instancia.
- Una vez pesados son llevados hasta la mufla a una temperatura de 600°C por un tiempo de 4 horas como mínimo una vez que la mufla a alcanzado la temperatura indicada.
- Terminado este tiempo los crisoles son sacados de la mufla al desecador por un tiempo de 30 minutos para finalmente realizar el segundo n peso del crisol más las cenizas.
- Finalmente por diferencia de pesos se realiza el cálculo de la fibra bruta.

### **Formula**

$$\%FB= ((W3 - W4)/(W2 -W1))X100$$

### **Donde:**

- FB= Fibra Bruta.
- W1= Peso del paquete solo.
- W2= Peso del papel más la muestra húmeda.
- W3= Peso del crisol más la muestra seca.
- W4= Peso del crisol mas cenizas.

### **e. Extracto Etéreo**

Los aceites y grasas presentes la muestra seca se extrae para cuantificarse con un disolvente orgánico, éter etílico o de petróleo. Po este método se extraen también otras sustancias solubles en estos disolventes como ceras y pigmentos.

En el caso de forrajes verdes ricos en clorofila y pigmentos el método descrito sobreestima el contenido de grasa.

Consiste en la extracción de la grasa de la muestra problema por acción del dietil - éter y determinar así el extracto etéreo; el solvente orgánico que se evapora constantemente igual su condensación a pasar a través de la muestra extrae materiales solubles. El extracto se recoge en un beaker y cuando el proceso se completa el éter se destila y se recolecta en otro recipiente y la grasa cruda que se queda en el beaker se seca y se pesa.

### **Materiales**

- Aparato de Goldfrish o extractor de grasa.
- Beaker para grasa.
- Porta dedales.
- Vaso de recuperación del solvente.
- Papel Filtro.
- Balanza Analítica.
- Esterilizador (105°C).
- Estufa.
- Desecador.
- Espátula.
- Pinza Universal.

### **Reactivos**

- Dietil – éter

### **Procedimiento**

- Una vez lavados los Beakers son colocados en la estufa a 105°C por el tiempo de 2 horas.
- Se saca los vasos Beakers de la estufa y se los coloca en el desecador durante 30 minutos para realizar el pesaje y registrar el primer peso que corresponde el beaker solo.

- Se pesa el papel solo y se registra este peso, luego colocamos 1 gramo de la muestra en cada papel y realizamos una envoltura al papel para colocarlo en el porta dedales.
- Los porta dedales son llevados para ser colocados en el aparato de Goldfish.
- Se abre el reflujo al mismo tiempo en que se procede a colocar en cada uno de los vasos 30ml de dietil-eter aproximadamente.
- Se coloca el anillo en el vaso y es llevado a las hornillas del aparato en donde se realiza el ajuste respectivo a cada tubo refrigerante del extractor.
- Se levanta las hornillas con mucho cuidado hasta poner en contacto con los vasos y se gradúa la temperatura a 6 en la perilla.
- El tiempo óptimo para extraer la grasa (EE) es de 4 horas, durante este tiempo se debe observar que el éter no se evapore caso contrario se colocara más solvente, una vez realizada la extracción de EE se procede a lo siguiente:
- Se baja con cuidado los calentadores, retiramos momentáneamente el vaso con el anillo para acto seguido quitar el porta dedales y colocar el vaso de recuperación del solvente.
- A continuación se baja los calentadores y se retira los beakers con el residuo que es el EE, al mismo tiempo que se saca el vaso de recuperación con el solvente y se transfiere al vaso original.
- Los vasos con el EE son llevados a la estufa a 105°C hasta que se evapore el dietil-eter por 30 minutos para posteriormente realizar el peso final
- Finalmente por diferencia de pesos se calcula el EE.

### **Formulas**

$$\%EE = ((W4 - W3) / (W2 - W1)) \times 100.$$

### **Donde:**

- EE= Extracto Etéreo.
- W1= Peso del papel sólido.
- W2= Peso del papel más la muestra.
- W3= Peso del beaker solo.
- W4= Peso del beaker más extracto etéreo.

**f. Extracto Libre de Nitrógeno.**

El E.L.N. contiene todos los productos solubles en el agua, que son insolubles en el agua, que son insolubles en hexano, como por ejemplo las vitaminas Hidrosolubles. Esta fracción puede contener algo de la celulosa, hemicelulosa y lignina según el alimento bajo análisis.

La mayor parte del E.L.N. se compone de almidón y azúcares. Son precisamente estos productos de alta energía los que dan valor al contenido de E.L.N. de un alimento.

En algunos alimentos por ejemplo los granos el E.L.N. prácticamente es sinónimo de almidón y azúcares. E.L.N., es una categoría del sistema de Weendeque se encuentra por diferencia.

Formulas

$$\%E.L.N.= 100-(\text{humedad}+ \text{Cenizas} + \text{E.E.} + \text{Fibra Cruda} +\text{Proteína Bruta})$$

Donde:

- E.E.= Extracto Etéreo.

**g. Fibra Detergente Neutra**

El procedimiento Detergente Neutro para determinar los componentes de la pared celular es un método rápido para fibra total de los alimentos fibrosos vegetales. Aparentemente divide la materia seca al punto de que separa los constituyentes nutricionales solubles y accesibles de aquellos que no son totalmente aprovechables o que depende de la fermentación microbiológica para su aprovechamiento.

Este método no puede aplicarse en los alimentos que tengan alto contenido en proteína y bajo en fibra.

## **Materiales**

- Aparato de digestión que consiste en un condensador refrigerante adaptado a la boca de un beaker de 500ml.
- Crisoles de Gooch en fondo poroso de 40mm de diámetro y que sea suficientemente grande para recibir de 40 a 50 ml de líquido.
- Desecador con silica gel.
- Filtro de succión compuesto por un frasco de succión conectado a una trompa y estaa la vez conectado a cualquier aparato para efectuar el vacio.
- Estufa regulada a 150°C
- Pinza para crisol.

## **Reactivos:**

- Solución detergente Neutra.
- Disuelva 30 gramos de sulfato de Lauril sódico, 18,6 gramos de reactivo EDTA, y,8 gramos de Tetraborato de sodio Decahidratado, \$,56 gramos de fosfato de sodio bibásico anhidro y 10 ml de Etilenglico.
- Solubilizar en 100ml de agua 30 gramos de SLS y añadir 10 ml de Etilenglicol, Poner EDTA y Tetraborato de sodio decahidratado en un vaso, añadir agua, disolver y mezclar con la primera disolución (SLS).
- Disolver en agua el fosfato de sodio dibásico anhidro, añadir a la solución anterior y aforar a 1000ml.
- Controlar el pH oscile entre 6.9 y 7.1, agitar con el agitado magnético.
- Decahidronaptaleno (Dekalin) grado técnico y/o alcohol amílico.
- Acetona.
- Sulfato de sodio anhidro.

## **Procedimiento**

- La determinación debe realizares por duplicado sobre la misma muestra separada.
- Pesar alrededor de 1 gramos de muestra con la precisión de 0,1 mg y poner en los Beaker.

- Añadir en orden los siguientes reactivos, 1000ml de Detergente Neutro a temperatura ambiente, 2 ml (o 1ml de Dekalinmas 1ml de alcohol – n – amílico) y 0,5 gramos de sulfato de sodio.
- Coloque los vasos en el equipo y hasta que la mezcla empiece a hervir, una vez que empieza a hervir reducir la temperatura para evitar la formación de la espuma.
- Ajustar la temperatura para que la solución hierva a un nivel constante, mantener la digestión durante 60minutos, tomando el tiempo desde que la solución empieza a hervir, agitar periódicamente los vasos para mantener las partículas en suspensión.
- Una vez que ha terminado el tiempo, filtrar el contenido de los Beakers a los crisoles de Gooch que contiene lana de vidrio y que han sido tarados previamente.
- Con agua caliente alrededor de los 90°C o sea se filtra el residuo de la digestión en los crisoles con abundante agua hasta que deje de salir espuma como mínimo 500ml (caliente a ebullición) y destilada de lo contrario se obtiene resultados altos.
- Secar los crisoles durante 12 horas a 105°C.
- Sacar los crisoles y colocarlos en el desecador hasta que se enfríen y pesarlos.

### **Formula**

El contenido de la fibra detergente neutra en los alimentos para los animales se determina mediante la siguiente fórmula:

$$\%FDN = ((Q-R)/W)) \times 100$$

### **Donde:**

- %FDN= Contenido de paredes celulares en los alimentos para animales, en porcentaje de masa.
- Q= Peso del crisol + Paredes celulares.
- R= Peso del crisol en gramos.
- W= Peso de la muestra en gramos.

#### **h. Fibra Detergente Ácida**

Este principio permite una rápida determinación de la lignocelulos. Sin embargo en esta fracción aparece el sílice. La diferencia en el valor de las paredes celulares y la fibra detergente ácida de una estimación de la hemicelulosa, ya que en esta diferencia también incluye una fracción de proteína adherida a las paredes celulares. Este método también se emplea como un paso preliminar para la determinación de la lignina.

#### **Materiales.**

- Aparato de digestión que consiste en un condensador refrigerante adaptado a la boca de un Beaker de 500ml.
- Crisoles de Gooch de fondo poroso de 40mm de diámetro y que sea suficientemente grande para recibir de 40 a 50 ml de líquido.
- Balanza analítica sensible a 0,1mg.
- Desecador con silica gel u otro deshidratante adecuado.
- Filtro de succión compuesto por un frasco de succión conectado a una trompa y esta a la vez conectada a cualquier aparato para efectuar el vacío.
- Estufa con regulador de 150°C.

#### **Reactivos**

- Solución detergente ácida se prepara de la siguiente manera:
- Disuelva 20 g de Bromuro de Amonio Cetiltrimetil (CTBA). En un litro de ácido sulfúrico 2N y agitarlo hasta disolverlo puede hacerlo con una varilla de vidrio o con un agitador magnético.
- Acetona.
- Hexano grado reactivo.

#### **Procedimiento**

- La determinación debe de realizarse por duplicado sobre la misma muestra preparada.
- Determinar primero la fibra detergente ácida.
- Colocar los crisoles en la bandeja de vidrio en forma tal que tenga un desnivel de 3cm. para que el ácido drene libremente.



- Cubrir el contenido del crisol con el ácido sulfúrico al 72% y mezclar con una varilla de vidrio hasta formar una pasta suave, deshaciendo todo el humo.
- Llenar el crisol hasta la mitad con el ácido y mezclar nuevamente dejando la varilla dentro del crisol.
- Llene con ácido nuevamente, mezclar a intervalos de 1 hora mientras que el ácido va drenando. No es necesario mantener el crisol lleno todo el tiempo, con tres agregados es suficiente.
- Transcurrido tres horas extraer tanto ácido como sea posible con vacío.
- Lavar el residuo otra vez con ácido sulfúrico y extraerlo.
- Lavar el contenido del crisol con abundante agua caliente hasta que quede libre de ácido.
- Remover la varilla de vidrio.
- Sacar el crisol de la estufa durante toda la noche a 105°C.
- Sacar el crisol y colocarlos en el desecador hasta que se enfríe y pesarlo.
- Incinerar el contenido del crisol en la mufla a 550°C durante 4 horas.
- Sacar los crisoles de la mufla y colocarlos en el desecador hasta que se enfríe y pesarlos.

#### Formulas

El contenido de lignina en los alimentos para animales se determina de la siguiente manera:

$$\%F.D.A = ((P-S)/W) \times 100.$$

Donde:

%L.D.A= Porcentaje de Lignina Detergente ácida.

P= Peso del Crisol + Fibra Detergente Ácida en gramos.

S= Peso del Crisol en gramos.

W= Peso de la muestra en gramos.

#### i. Capacidad de Adsorción de Agua

La capacidad de adsorción de agua refleja la habilidad de la fibra para hincharse incrementando así el peso de las heces y diluyendo el contenido colónico, este

factor depende por el contenido de polisacáridos que la componen. La lignina tiene un poder higroscópico casi nulo, mientras que las celulosas captan menos agua que las pectinas.

### **Materiales**

- Tamiz de 1mm.
- Balanza.
- Agua Destilada.
- Papel Filtro (Whatman 1).
- Estufa.

### **Procedimiento**

- Pasar la muestra por un tamiz de 1mm.
- Pesar 0,5 gramos del material fibroso (a).
- Añadir 50 mililitros de agua destilada.
- Reposar 16 horas a temperatura ambiente.
- Filtrar con el papel filtro.
- Pesar la muestra húmeda varias veces hasta obtener un peso constante (b).
- Introducir la muestra húmeda en la estufa a 105°C por 1 hora.
- Pesar la muestra seca (C).
- Aplicar la siguiente fórmula  $B-C/a=CAA$ .

### **j. Capacidad Buferante o Tampón**

Se lo define como medida de resistencia en la variación del pH ante la adición de un ácido ó base fuerte. Que en las especies monogástricos en el proceso de digestión sufren un cambio dramático del pH que va de 1.0 hasta cerca de la neutralidad con pH que llega hasta 7.2 estos cambios pueden afectar la capacidad de enlazar los minerales provocando una disminución en la absorción. (Dihigo, L. y Savón, L., 2004)

La capacidad buferante de fuentes fibrosas se la determina por el número de equivalente ácidos y de base consumida y de base consumido para cambiar su pH en una unidad (Dihigo, L.y Savón, L. 2004).

**Materiales**

- Tamiz de 1mm.
- 0,5 gramos de muestra.
- Agua.

**Reactivos**

- CIN 0,1 N.
- pH metro.
- Na OH 0,1N.

**Procedimiento.**

- Pesar la muestra 0,5 gramos.
- Añadir 50ml de agua destilada.
- Valorar con CIN hasta un pH2.
- Previo ajuste inicial a pH 8.
- Analizar variación pH (8-2).
- Valorar con Na OH 0,1 N hasta pH8.
- Previo ajuste inicial a pH2.
- Calcular la capacidad buferante ácida o básica.

**k. Volumen**

El volumen de empaquetamiento se refiere a la capacidad que tienen algunos forrajes para reducir su volumen espacial después de sufrir un asentamiento.

**Materiales**

- Balanza.
- Bureta.

## Procedimiento

- Encerar la bureta sobre la balanza.
- Proceder a introducir la muestra hasta llegar a un centímetro cúbico.
- Registrar el peso.

## I. Solubilidad

Estas medidas se utilizan actualmente para complementar la evaluación de algunos elementos destinados a la alimentación animal. La solubilidad es una propiedad que se refiere a la probabilidad que poseen los alimentos para solubilizarse en el agua durante 1 hora de sumersión en este líquido.

### m. Digestibilidad por Licor Cecal

#### Materiales

- Recipientes de 2000ml.
- Incubadora.
- Estufa.
- Balanza.
- Espátula.
- Fundas de dacron.
- Selladora térmica.
- 9,8g.  $\text{NaHCO}_3$ .
- 2,4g.  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .
- 0,57g. KCl.
- 0,12g.  $\text{Mg K}_4$ .

## Procedimiento

Se procede a pesar 0,5 gramos de muestra en bolsas de dacron. Mezclar los productos en 1 litro de agua para formar la saliva artificial. Agregar 960ml de saliva artificial más 240ml de inóculo. Posteriormente se depositaron en recipientes de incubación de 2000 ml y se adicionó a cada tubo 1000 ml del inóculo. Después se incubaron a 38°C, durante 48 h.

Al terminar el período de incubación las bolsas se lavaron en tres tiempos con agua destilada y se colocaron en una estufa a 60° durante 48 h, siendo finalmente pesadas.

## **2. Respuesta Animal**

### **a. Toma de pesos cada 15 días**

Durante la etapa de investigación fueron tomados los pesos de cada conejo en intervalos de 15 días con la ayuda de una balanza la cual pesaba en gramos.

### **b. Consumo de Alimento cada 15 días**

El consumo de alimento calculado después de 24 horas usando la siguiente fórmula.

$$\text{Cons. Alim.} = \text{Suministro (g)} - \text{Sobrante (g)}.$$

Donde

Cons. Alim.= Consumo de Alimento

### **c. Ganancia de Peso cada 15 días.**

La ganancia de peso fue calculada de la siguiente manera:

$$GW = W_f - W_o.$$

**Donde**

GW= Ganancia de Peso.

W<sub>f</sub>= Peso Final.

W<sub>o</sub>= Peso Inicial.

### **d. Conversión Alimenticia cada 15 días**

Para la determinación de la Conversión Alimenticia quincenal se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Conv. Alim.} = [\text{Consumo de Alimento (g)}] / [\text{Ganancia de Peso (g)}]$$

### **e. Conversión de energía**

Consiste en relacionar el consumo de energía quincenal en calorías con la ganancia de peso quincenal en gramos

$$\text{Conv. Energía} = [\text{Energía consumida (cal)}] / [\text{Ganancia de Peso (g)}]$$

#### **f. Conversión de proteína**

Consiste en relacionar el consumo de proteína en gramos quincenal con la ganancia de peso quincenal en gramos

$$\text{Conv. Prot.} = (\text{Proteína consumida}) / (\text{Ganancia de Peso})$$

#### **g. Rendimiento a la Canal en gramos.**

El rendimiento a la canal se lo calculo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ R.C.} = [(WV - WV_s) / WV] \times 100$$

Donde

% R.C.= Porcentaje de Rendimiento a la Canal

WV= Peso Vivo

WV<sub>s</sub>=Peso de las Vísceras

#### **h. Beneficio/Costo en dólares**

Para establecer el Beneficio/Costo, se tomaron en cuenta los egresos realizados en la cría y engorde de los conejos para dividirlos con el total de ingresos producidos por su venta.

$$\text{Beneficio/Costo} = (\text{Ingresos totales en dólares}) / (\text{Egresos totales en dólares})$$

### III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### A. ANÁLISIS PRÓXIMAL DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.

##### 1. Materia Seca

En el cuadro 11, se observa que el contenido de materia seca de la harina de tambo de maíz que en el presente estudio fue de 88,49%  $\pm$  0,13. Amador, A. y Boschini, C.,(2000), indican que a los 121 días, este valor fue de 18,76%, al respecto Elizondo, J. y Boschini C. (2002), expresan que a los 126 días fue de 22,28%, estas diferencias se deben que los autores en mención estudiaron a la planta en estado verde. Escobar, J. (2003), en su investigación indica que en estado de madurez posee el 79,57%, valores cercanos a nuestra investigación. La materia seca es mayor conforme aumenta la edad de corte, mientras la cantidad de humedad disminuye (Dihigo, L. y Savón, L., 2004).

Cuadro 11. ANÁLISIS BROMATOLÓGICO DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.

VARIABLES	Media
Materia Seca (%)	88,49 $\pm$ 0,13
Humedad (%)	11,51 $\pm$ 0,13
Cenizas (%)	4,06 $\pm$ 0,43
Proteína Bruta (%)	7,05 $\pm$ 0,15
Fibra Cruda (%)	41,60 $\pm$ 0,14
Extracto Etéreo (%)	1,00 $\pm$ 0,00
Extracto Libre de Nitrógeno (%)	34,78 $\pm$ 0,27

Fuente. Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología EIZ – ESPOCH (2014).

##### 2. Cenizas

El nivel de cenizas de las muestras de harina de tambo de maíz recolectadas a los 180 días fue de 4,06%  $\pm$  0,43. Al estudiar la planta de esta gramínea Elizondo, J. y Boschini, C. (2002), indican que a un tiempo de 154 días este valor fue de 8,07%. En su estado maduro Escobar, J. (2003), registra un valor de 9,36%. Treviño, J. *et. al.*, (2011), reporta un valor 10,4% en su estado maduro. Amador, A. y Boschini, C., (2000), expresan que a una edad de 121 días, la planta de maíz posee 10,9%. Un manifiesto dado por Rosales, M. (1997), indica que el alto

contenido de cenizas se debe a las elevadas concentraciones de calcio en la planta completa.

### **3. Proteína Cruda**

El contenido de proteína cruda de las muestras recolectadas de la harina de tamo de maíz a los 180 días fue de  $7,05\% \pm 0,15$ . En referencia a esta nutriente Amador, A. y Boschini, C., (2000), registran a los 121 días un total de 12,57%. Elizondo, J. y Boschini, C. (2002), observaron a los 154 días un valor de 7,63%. Treviño, J. *et al.* (2011), reportan que esta gramínea contiene un 8,4% al estar madura. Al ser evaluada por Escobar, J. (2003), en las mismas condiciones esta registra un 6,77%. Estos valores de los autores antes citados se mantienen cercanos a los datos obtenidos en la presente investigación esto se debe a que el contenido de este constituyente de la planta completa o cualquiera de sus partes no es muy variable.

### **4. Extracto Etéreo.**

El contenido de extracto etéreo de la harina de Tamo de Maíz a los 180 días fue de  $1,00\% \pm 0,00$ . Treviño, J. *et al.* (2011), reportan que la planta de maíz en su estado de madurez tiene un nivel del 1,2%, el cual se mantiene cercano al valor obtenido a la presente investigación, considerando que este nutriente en los alimentos fibrosos para consumo animal es muy bajo.

### **5. Fibra Cruda**

El valor de la fibra cruda entre las muestras recogidas de la harina de tamo de maíz es de  $41,60\% \pm 0,14$ . Escobar, J. (2003), menciona que la planta de maíz en su estado de madurez posee un nivel de 34,55%, esta diferencia en el presente estudio probablemente se debe a la época de cosecha en la que fue realizado el análisis.

### **6. Extracto Libre de Nitrógeno**

El contenido de extracto libre de nitrógeno de la harina de tamo de maíz es de  $34,78\% \pm 0,27$ .



## B. ANÁLISIS DE PAREDES CELULARES.

### 1. Fibra Detergente Neutra

El contenido de fibra detergente neutra entre las diferentes muestras de la harina de tamo de maíz (Cuadro 12) registra un valor de  $72,81\% \pm 1,75$ . En este sentido Escobar, J. (2003), obtiene una cantidad del 46%. Treviño, J. *et al.*, (2011), llega a obtener un valor del 58,8% en estado maduro. Siendo estos valores bajos a los reportados en la presente investigación. Amador, A. y Boschini, C., (2000), mencionan que a los 121 días de haber realizado el corte a la planta de maíz obtienen un 66,75%, mientras Elizondo, J. y Boschini, C. (2002), registran un valor después de un corte a los 154 días de 75,53%, siendo estos valores cercanos a los reportados en la presente investigación.

Cuadro 12: ANÁLISIS DE LAS PAREDES CELULARES DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.

VARIABLES	Media
Fibra detergente Neutra (%)	$72,81 \pm 1,75$
Fibra Detergente Ácida (%)	$47,50 \pm 0,36$
Lignina (%)	$5,77 \pm 0,41$

Fuente. Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología EIZ – ESPOCH (2014).

### 2. Fibra Detergente Ácido

El contenido de fibra detergente ácido del tamo de maíz fue de  $47,50\% \pm 0,36$ . Escobar, J. (2003), en su investigación obtiene un valor de 30,50%. Al respecto Treviño, J. *et al.* (2011), reporta que la planta de maíz en su estado maduro contiene 38%. Elizondo, J. y Boschini, C. (2002), indican que la cantidad de FDA a los 154 días de crecimiento de la planta de maíz fue de 39,49%. Amador, A. y Boschini, C., (2000), expresan que su contenido a los 121 días, de crecimiento de esta gramínea fue de 39,60%. Estos valores son cercanos a los reportados en el presente estudio lo cual puede deberse a la etapa de corte.

En este sentido, Gidenne, T. (2000), hace una primera aproximación, sugiriendo un ratio fibra digestible/FAD  $>1,3$  para evitar el incremento de la morbilidad y la

mortalidad, mientras para este mismo aspecto Gómez, et al. (2004), considera que se tiene que entregar alimentos con niveles superiores al 15% de FAD.

### **3. Lignina Detergente Ácida**

El nivel de lignina presente en varias muestras de plantas de maíz maduro obtenidas en la zona de Tambillo fue de  $5,77\% \pm 0,41$ . Amador, A. y Boschini, C. (2000), indican que en esta variable su nivel puede llegar al 4,49% a los 121 días. Elizondo, J. y Boschini, C. (2002), indican que de este componente a los 154 días llegó a ser un 5,60%. Otros valores cercanos a los del presente estudio lo reportan Treviño, J. et al. (2011), quienes mencionan que el porcentaje de lignina en su estado maduro fue de 6,5%.

## **C. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA.**

### **1. Solubilidad**

Los datos obtenidos de la solubilidad de la harina de tamo de maíz en el cuadro 13, indican una cantidad de  $14,42 \pm 0,33\%$ . La solubilidad de las fuentes fibrosas disminuye con el incremento de la lignina, al contrario, al aumentar el contenido de humedad y la temperatura de la muestra el índice de solubilidad en agua tiende a incrementarse, debido a que la cantidad de sólidos disueltos es mayor (Savón, L. et al. 2004). López, B. (2009), que al ser mayor la solubilidad y la capacidad de retención de agua por parte de la fibra ayuda a favorecer la hidrólisis de las enzimas celulasas en el tracto digestivo de los animales monogástricos (García, E. et al., 2008).

Cuadro 13. ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LA FIBRA.

VARIABLES	Media
Solubilidad (%)	$14,42 \pm 0,33$
Densidad g/ml	$0,28 \pm 0,00$
Volumen (ml)	$18,00 \pm 0,00$
Capacidad de Absorción de agua	$0,34 \pm 0,01$
Capacidad Buferente Ácida (meq)	$3,76 \pm 0,03$
Capacidad Bufereante básica (Meq)	$2,69 \pm 0,01$

Fuente. Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología EIZ – ESPOCH (2014).

## **2. Volumen**

Se registra un valor de  $18,00 \pm 0,00$  ml. a los 180 días de haber sido sembrada la planta de maíz. Savón, L., (2002), menciona que se observó un aumento del volumen de la fibra y de la capacidad de absorción de agua en las fuentes no convencionales respecto al maíz, lo que demuestra que estos alimentos tienen menor probabilidad de solubilizarse en agua y su mayor capacidad de adsorción de agua se debe a la calidad de la fibra, porque la humedad facilita la hidrólisis de las enzimas celulasas. Savón, L., (2006) realiza varias diferencias entre fuentes fibrosas las mismas están condicionadas por el tipo de polímero que constituye la pared celular de la fibra (fibra dietética y lignina). Las harinas de follaje que muestran altos valores en este indicador posibilitan la retención de gran cantidad de agua, debido a la presencia de grupos polares que le aportan propiedades higroscópicas. Estas características influyen en el tiempo en que permanece la digesta, mediante el efecto mecánico o laxativo del tracto gastrointestinal (TGI), con aumento del peso y volumen de las excretas. Al contrario si existe un aumento del tránsito intestinal provoca una menor absorción de nutrientes y energía (Savón *et al.*, 2004).

Los mecanismos por los que pueden influir las secreciones digestivas están relacionados con la voluminosidad de la digesta y la capacidad de retención de agua, aunque también se plantea un control hormonal, a través de la secretina (Savón, L., 2002). García, E. *et al.* (2008) manifiestan que el aumento del volumen fibroso provoca disminución de la solubilidad e incremento de la capacidad de retención de agua.

## **3. Densidad**

La densidad de la harina de tamo de maíz a los 180 días es de  $0,28 \pm 0,00$  g/ml, lo que equivale decir que en un centímetro cúbico cabe 0,28 gramos de harina de tamo de maíz de esta manera se puede estimar la cantidad de alimento que puede ingerir el animal.

#### **4. Capacidad de Adsorción de agua**

La capacidad de adsorción de agua de la harina de tamo de maíz a los 180 días es de  $0,34 \pm 0,01$ . Esta capacidad es mayor en fibras solubles que en fibras insolubles. La naturaleza de la fibra y la forma como esta se encuentra ligada a las moléculas de agua influye en la CAA. De esto depende su grado de asociación con efectos saciantes, aumentando así el tamaño del bolo alimenticio, mejorando el flujo intestinal e incrementando el volumen y peso de las heces, además de su efecto laxante (Savón; L.*et al.*, 2004). En general se observó un aumento del volumen de la fibra y de la capacidad de absorción de agua en las fuentes no convencionales con respecto al maíz, lo que demuestra que estos alimentos tienen menor probabilidad de solubilizarse en agua y su mayor capacidad de adsorción de agua pudiera ser favorable para la fibra, ya que la humedad facilita la hidrólisis de las enzimas celulasas (Savón, L., 2006).

#### **5. Capacidad Buferante Ácida y Básica**

La capacidad buferante ácida de la harina de tamo de maíz a los 180 días es de  $3,76 \pm 0,03$  meq.

La capacidad buferante básica registrada en el cuadro 13 de la harina de tamo de maíz en la misma edad es de  $2,69 \pm 0,0$  meq.

La capacidad amortiguadora (ácida y básica) es una de las propiedades físicas que se relaciona con la regulación del pH de la fibra en el tracto gastrointestinal. Este indicador cuantifica la resistencia de la fibra a variar su pH. (Savón, L.*et al.*, 2004).

La fermentación de la fibra es importante porque los productos de su digestión modifican el medio en el que se desarrollan los micro-organismos (acidez y concentración de ácidos grasos volátiles) en el ambiente cecal del tracto digestivo de los conejos (Gómez, M.*et al.*, 2004)

La elevada capacidad amortiguadora ácida de trichantera casi duplicó el valor obtenido en dólico, lo que demuestra que de las harinas estudiadas, trichantera es la que más puede contribuir a mantener las condiciones de pH en el medio y el

TGI de las especies monogástricos. Esto es de gran importancia, ya que durante el proceso de digestión, en el TGI de los monogástricos, hay un cambio de pH, que va desde muy ácido (pH 1) hasta cerca de la neutralidad (pH 6.8-7.2). Resulta significativo que la mucuna presentó valores similares para la capacidad amortiguadora ácida y básica (0.36meq y 0.37meq, respectivamente). De ahí se deduce la poca capacidad que tiene para la regulación del pH en el tracto gastrointestinal, a pesar de su alto contenido de lignina y de otros polifenoles (2.39 %) (Savón, L. *et al.*, 2004).

#### **D. ANÁLISIS DE DIGESTIBILIDAD.**

##### **1. Digestibilidad de la harina de tamo de maíz**

La digestibilidad de la harina de tamo de maíz (cuadro 14), a los 180 días de edad en tres lugares diferentes de la zona de Tambillo, mostraron resultados variados 28,67%  $\pm$ 0,70, 28,00%  $\pm$ 0,82, 32,33%  $\pm$  0,47. Esto se debe a la edad en que la planta de maíz fue recolectada, siendo entre más tierna mejor la digestibilidad por lo cual se procedió a reunir producto del lugar donde la digestibilidad fue mayor.

##### **2. Digestibilidad de las dietas con la inclusión de harina de tamo de maíz.**

En el cuadro 15, la digestibilidad de los alimentos con un tratamiento control, 10, 20 y 30% en la inclusión de harina de tamo de maíz en el alimento registraron 70,04% $\pm$ 3,33, 67,26%  $\pm$ 2,85, 63,24%  $\pm$ 3,25, 61,24% $\pm$ 4,03, pudiendo señalarse que a medida que el porcentaje de harina de tamo de maíz aumenta la digestibilidad disminuye, por la baja digestibilidad de este material.

Cuadro 14. DIGESTIBILIDAD DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ.

VARIABLES	TRATAMIENTOS		
	H.T.M. 1	H.T.M. 2	H.T.M. 3
Digestibilidad (%)	28,67 $\pm$ 0,70	28,00 $\pm$ 0,82	32,33 $\pm$ 0,47

Fuente. Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología EIZ – ESPOCH (2014).

H.T.M.= Harina de Tamo de Maíz

Cuadro 15.DIGESTIBILIDAD DE LAS DIFERENTES DIETAS CON HARINA DE TAMO DE MAÍZ

VARIABLES	TRATAMIENTOS			
	T0	T1	T2	T3
Digestibilidad (%)	70,04 $\pm$ 3,33	67,26 $\pm$ 2,85	63,24 $\pm$ 3,25	61,24 $\pm$ 4,03

Fuente. Laboratorio de Nutrición Animal y Bromatología EIZ – ESPOCH (2014).

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento 20% de Inclusión de Harina de tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

En trabajos realizados por Carregal y Ferreira (1998) al comparar a la digestibilidad de la harina de alfalfa con la harina de morera obtuvieron valores de digestibilidad de 67,84% para la MS, siendo estos valores aproximados a los obtenidos en la presente investigación.

En estudios de digestibilidad *in vitro* realizados por Dihigo, L.*et al.* (2004) cuando utilizó el método del inóculo cecal reportó coeficientes de digestibilidad de 68% y 62% para la pulpa de cítrico y el heno de alfalfa respectivamente. Los cuales son aproximados a los resultados descritos en la presente investigación, esto quizá se deba a la composición de sus paredes celulares y propiedades físicas de la fibra como también al procesamiento previo de cada sub producto para la formulación de las raciones.

Al estudiar la digestibilidad en la inclusión de la fibra en las dietas para monogástricos Savón, L. (2002), generalmente produce un incremento en el consumo de alimento para mantener el consumo de energía digestible, esta descripción esta acuerdo a la presente investigación ya que la energía digestible de las diferentes dietas presentan un coeficiente de variación de 0,04 lo cual indica que son homogéneas.

## **E. RESPUESTA DE LOS CONEJOS POR EFECTO DE LA INCLUSIÓN DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ A DIFERENTES NIVELES.**

### **1. Pesos**

El peso inicial registrado en el cuadro 16, de los conejos de la raza neozelandés a los 60 días de haber iniciado la prueba en campo, estuvo entre 1528,60g y 1391,90g respectivamente Razón por la cual se procedió a realizar un DCA.

En ninguna de las etapas y con ninguno de los tratamientos se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), para este parámetro, pudiéndose observar que a los 15 días, los conejos registraron pesos promedios extremos entre 1867,10 y 1713,80 gramos, que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos T2 y T3 respectivamente de harina de tamo de maíz. Luego a los 30 días los conejos presentaron pesos promedios máximos y mínimos de 2120,00 y 1960,00 gramos,

con los tratamientos antes citados. Posteriormente a los 45 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos T2 y T3 % registraron pesos de 2420,00 y 2270,00 gramos respectivamente. Finalmente a los 60 días los tratamientos T2 y T3 de harina de tamo de maíz registraron pesos entre los 2725,00 y 2575,00 gramo (cuadro 16), esto quizá se debe a que al someter al tamo de maíz a un proceso de trituración (molido), este mecanismo facilita la digestión de este material en el tracto digestivo de los conejos y su comportamiento sea semejante a los alimentos convencionales.

Al finalizar su investigación López, B.(2009), con hidroforraje de *Leucaena leucocephala* obtuvieron pesos que variaron entre 1714 gramos hasta los 2295 gramos. Valores aproximados al periodo de 30 días de la presente investigación.

Veloz, M.(2010), al utilizar harina de algas registro pesos de 2778.80 y 2937.90 gramos, valores que se encuentran dentro de los obtenidos en la presente investigación por lo que se puede demostrar que estos animales tienen la capacidad de desdoblar la fibra de los alimentos groseros como la harina de tamo de maíz. Valores aproximados a los 60 días de la presente investigación.



Cuadro 16: REGISTRO DE PESOS CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
Inicial (g)	1486,90	1421,30	1528,60	1391,90	69,77	0,5076
15 días (g)	1730,20	1746,50	1867,10	1713,80	84,05	0,5648
30 días (g)	2000,00	2085,00	2120,00	1960,00	82,33	0,4981
45 días (g)	2380,00	2400,00	2420,00	2270,00	87,13	0,6245
60 días (g)	2688,89	2587,50	2725,00	2575,00	77,18	0,5308

No difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E.= Error Estándar.

Prob.= Probabilidad.

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento 20% de Inclusión de Harina de tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

## **2. Ganancia de peso**

En el cuadro 17, no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ) en la ganancia de peso, a los 15 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos T0 y T3 de harina de tamo de maíz registraron ganancias de peso entre los 243,30, y 321,90 gramos respectivamente. Pasado 30 días, los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos, T1 y T3 de harina de tamo de maíz registraron ganancias de peso de 338,50, y 246,20 como máximo y mínimo respectivamente. Luego de 45 días, los conejos que estuvieron bajo efecto de los diferentes tratamientos T0 y T2 de harina de tamo de maíz registraron ganancias de peso de 422,22 y 300,00 gramos respectivamente. Finalmente a los 60 días los conejos que se sometieron al efecto del tratamiento T1 y T2 de harina de tamo de maíz, permitieron registrar ganancias de peso de 137,50 y 300,00 gramos.

La ganancia de peso total entre 0 – 60 días entre los conejos que fueron sometidos a la alimentación con el tratamiento T0 y T2 de harina de tamo de maíz registraron una ganancia de peso de 1158,22 - 1206,13 gramos como máximo y mínimo respectivamente (cuadro 17), de esta manera se puede mencionar que el proceso de trituración del tamo de maíz reduce el tamaño de la partícula destruyendo los enlaces fuertes de lignina haciendo más digerible a este producto al sistema digestivo de los conejos, el cual permite expresar en ganancia de peso, con la misma eficiencia que el tratamiento control, señalándose que la harina de tamo de maíz tiene una buena capacidad de digestión en el tracto digestivo de los conejos esto concuerda con lo citado por de Blas, C. (2002), que dice los niveles de fibra menores ralentizan el tránsito digestivo, reducen los rendimientos digestivos e incrementa el riesgo de padecer anomalías digestivas.

Cuadro 17: GANANCIA DE PESO CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
0 - 15 días (g)	243,30	325,20	338,50	321,90	44,4	0,4280
15 - 30 días (g)	269,80	338,50	252,90	246,20	32,36	0,1828
30 - 45 días (g)	422,22	315,00	300,00	344,44	0,36	0,3649
45 - 60 días (g)	300,00	137,50	300,00	287,50	120,7	0,7989
Total (g)	1158,22	1175,88	1206,13	1185,75	111,96	0,9939

No difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E.= Error Estándar.

Prob.= Probabilidad.

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento 20% de Inclusión de Harina de tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

Al usar Quintero, E. *et al.*, (2007), la harina de botón de oro registra ganancias de peso de 64 gramos valor inferior a los encontrados en el presente estudio esto se debe que al triturar la fibra se está disponiendo de un alimento de fácil asimilación.

Los incrementos diarios de peso mejoraron Rodríguez, J. *et al.* (2009), al aumentar el nivel de fibra bruta de los alimentos (28 – 31 – 34g/día para los piensos con 7 – 11 – 15% de Fibra Bruta respectivamente). Por otro lado los incrementos de peso se obtuvieron con raciones que contenía 16% de PB (26 – 32 – 35 -31 g/día para los piensos con 12 -14 -16 -18% de PB respectivamente.

Gómez, M. *et al.* (2004), en sus estudios argumentan que el nivel y tipo de fibra afecta significativamente la eficiencia metabólica de la utilización de la energía digestible y que los máximos rendimientos se obtuvieron con 33,5% de FND que están por debajo del contenido en este ingrediente.

No solo el nivel de Fibra insoluble es importante para el animal Gómez, M. *et al.* (2004), sino también sus características químicas (grado de lignificación) y físicas (tamaño de partícula) dado que afectan a la velocidad de transporte y su fermentabilidad.

Así, la menor solubilidad y mayor capacidad de retención de agua de la fibra de las leguminosas pudieran favorecer la hidrólisis de las enzimas celulasas en el tracto digestivo de los animales monogástricos (Savón L. *et al.*, 2004).

### **3. Consumo de alimento**

Se notaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), en el consumo de alimento desde los 0 hasta los 15 días de haber realizado el experimento siendo los tratamientos T3 – T2 – T0, los que presentaron los valores más altos con 1,49 – 1,49 – 1,48 kg, en comparación al tratamiento T1 que presentó el nivel más bajo con un valor registrado de 1,46kg (cuadro 18), (gráfico 1).

Cuadro 18. CONSUMO DE ALIMENTO CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
De 0 - 15 días (kg)	1,48 <sup>a</sup>	1,46 <sup>b</sup>	1,49 <sup>a</sup>	1,49 <sup>a</sup>	73,1484	0,4040
De 15 - 30 días (kg)	1,73 <sup>a</sup>	1,70 <sup>b</sup>	1,74 <sup>a</sup>	1,73 <sup>a</sup>	0,0000	0,0000
De 30 - 45 días (kg)	1,79 <sup>a</sup>	1,76 <sup>b</sup>	1,80 <sup>a</sup>	1,79 <sup>a</sup>	0,0028	0,0000
De 45 - 60 días (kg)	1,67 <sup>a</sup>	1,64 <sup>b</sup>	1,68 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	0,0034	0,0000
Total	6,67 <sup>b</sup>	6,56 <sup>c</sup>	6,69 <sup>a</sup>	6,69 <sup>ab</sup>	77,1073	0,4053

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

Prob.= Probabilidad.

E.E.= Error Estándar.

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento 10% de inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento 20% de Inclusión de Harina de tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

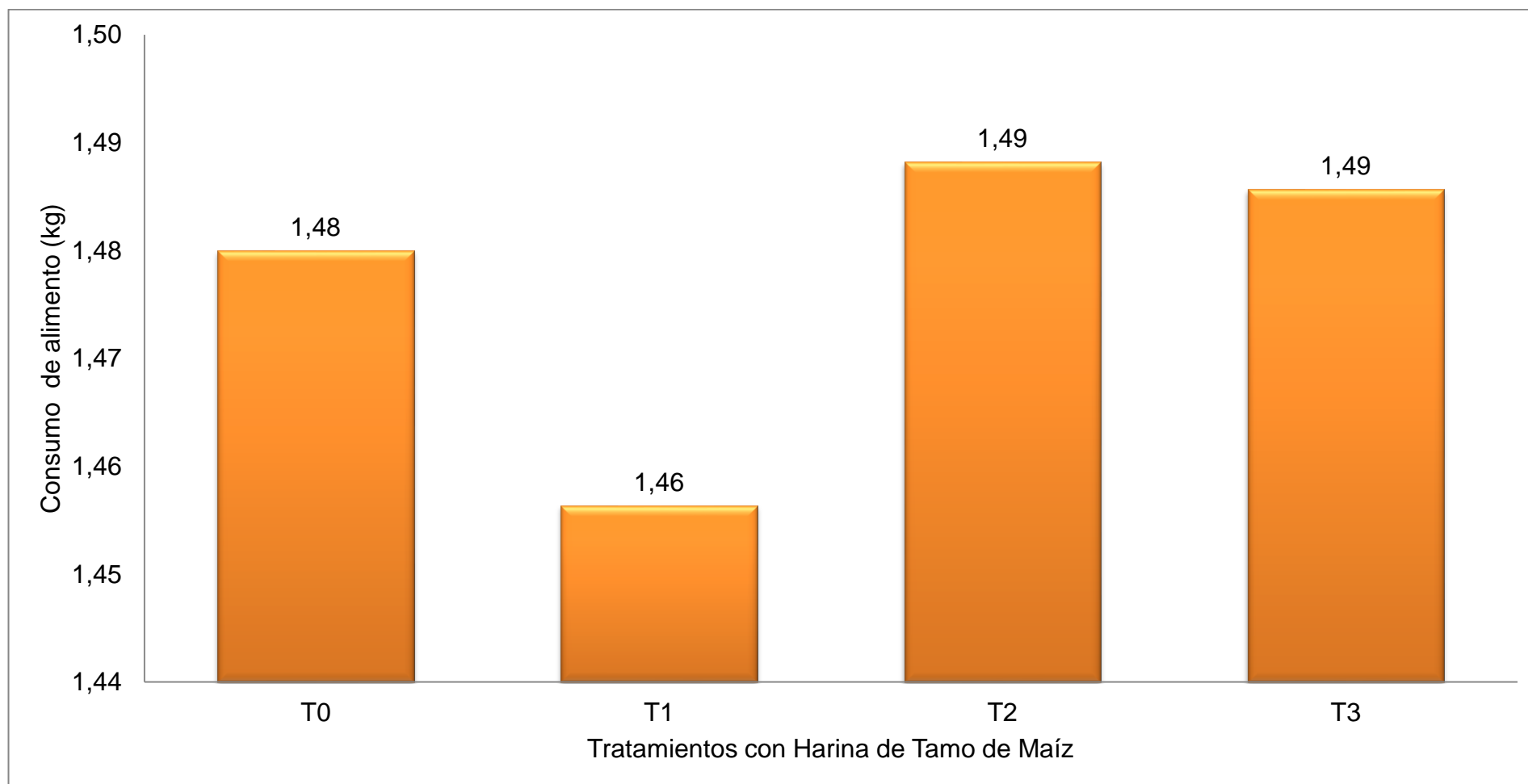


Gráfico 1. Consumo de alimento con el uso de harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 -15 días).

El consumo de alimento de los conejos de la raza neozelandés entre el periodo de 0 -15 días está relacionado significativamente ( $P<0,01$ ) de los niveles de harina de tamo de maíz, el 67,81% de consumo de alimento depende de los niveles de harina de tamo de maíz; de 0 -10% de aplicación de la harina de tamo de maíz permite una reducción en el consumo de alimento en 0,0078kg, del 10 -25% de tamo de maíz permite un incremento en el consumo de 0,0007kg y niveles superiores hacen que el consumo de alimento total se reduzca en  $1 \times 10^{-5}$  (gráfico 2).

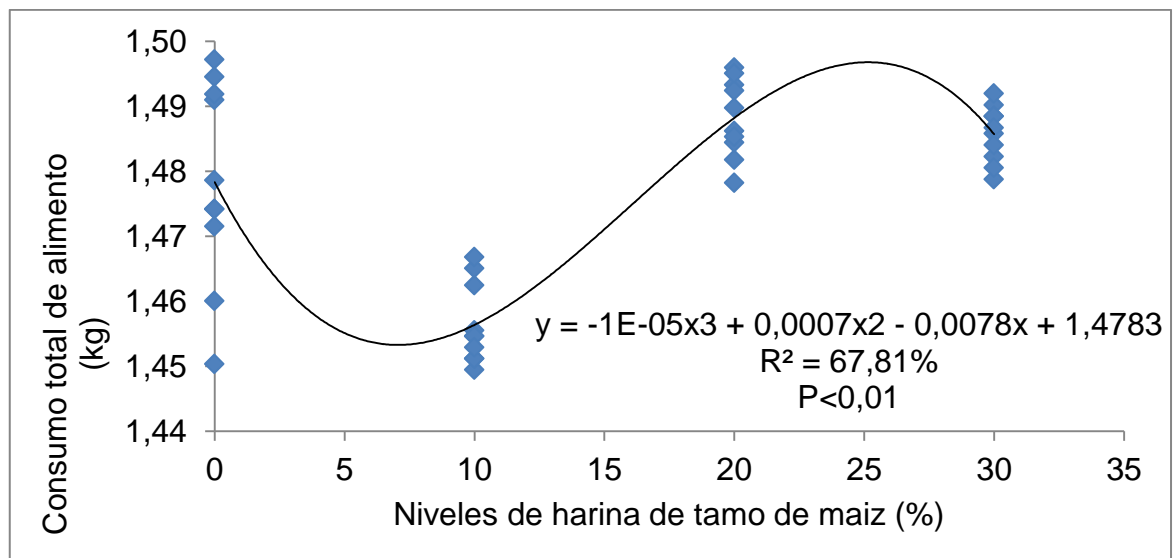


Gráfico 2: Regresión del consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de tamo de maíz en conejos de la raza Neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde entre los 0 - 15 días.

Desde los 15 a 30 días existieron diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ) en consumo de alimento siendo los tratamientos T2 – T3 – T0 los más altos valores registrados con 1,74 – 1,73 – 1,73Kg en comparación al tratamiento T1 con 1,70kg siendo este valor el más bajo registrado (gráfico 3).



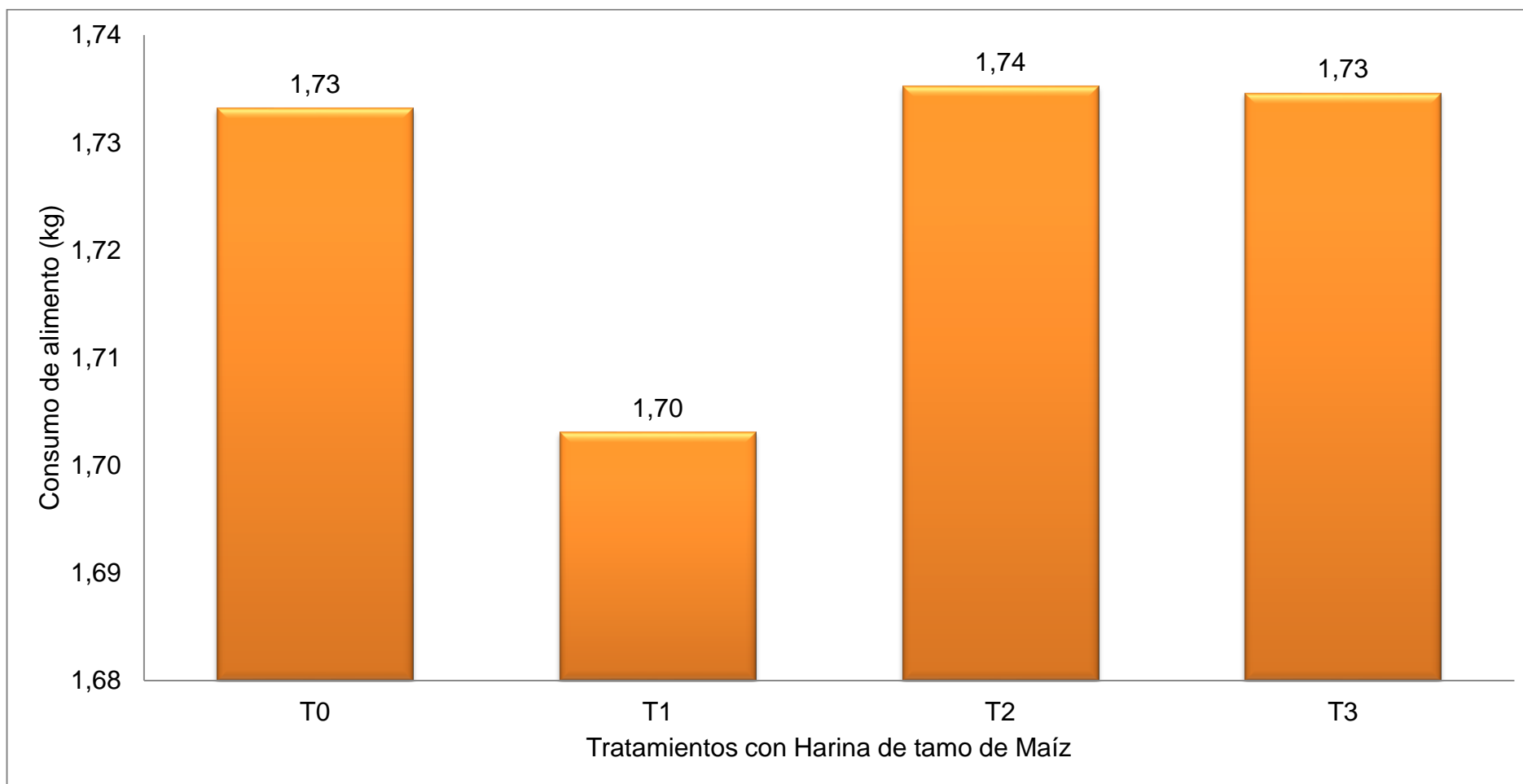


Gráfico 3. Consumo de alimento con el uso de harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (30 días).

El consumo de alimento de los conejos de la raza neozelandés entre el periodo de 15 -30 días está relacionado significativamente ( $P<0,01$ ) de los niveles de harina de tamo de maíz, el 80,9% de consumo de alimento depende de los niveles de harina de tamo de maíz; de 0 -10% de aplicación de la harina de tamo de maíz permite una reducción en el consumo de alimento en 0,0093kg, del 10 - 25% de tamo de maíz permite un incremento en el consumo de 0,0008kg y niveles superiores hacen que el consumo de alimento total se reduzca en  $2 \times 10^{-5}$  (gráfico 4).

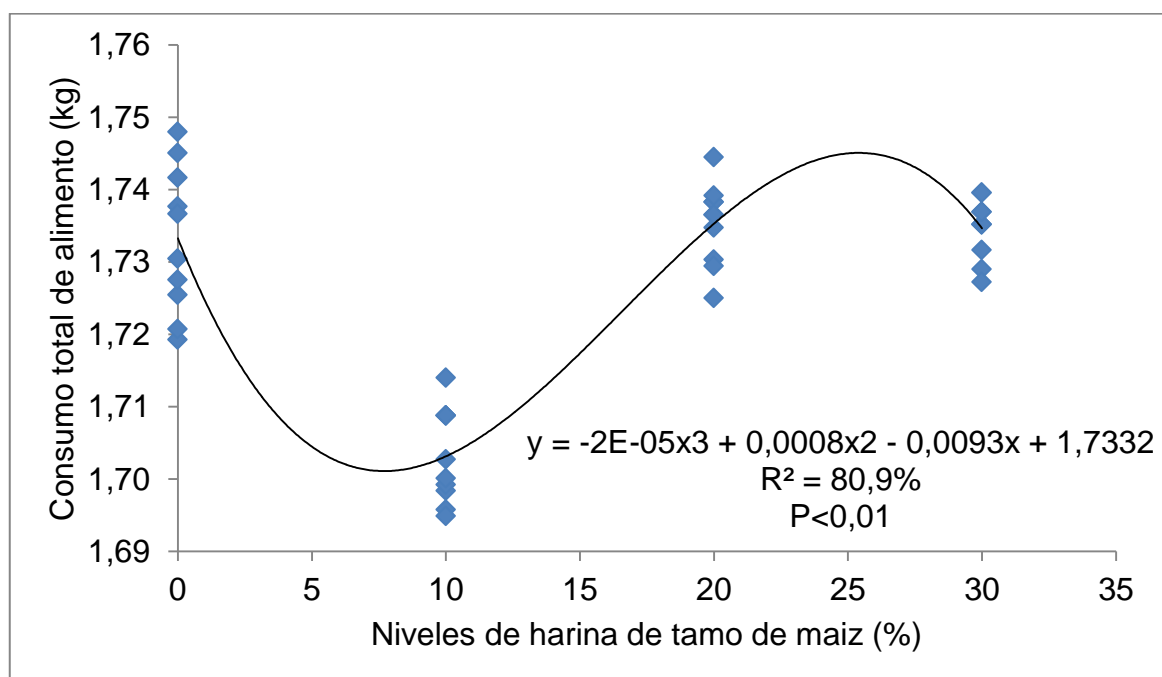


Gráfico 4: Regresión del consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de tamo de maíz en conejos de la raza Neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde entre los 15 - 30 días.

En el consumo de alimento entre los 30 a 45 días existieron diferencias altamente significativas ( $P<0,01$ ), siendo los tratamientos T2 – T3 –T0 los más altos con valores registrados de 1,80 – 1,79 – 1,79kg respectivamente en comparación al tratamiento T1 siendo este valor el más bajo con 1,76kg (gráfico 5).

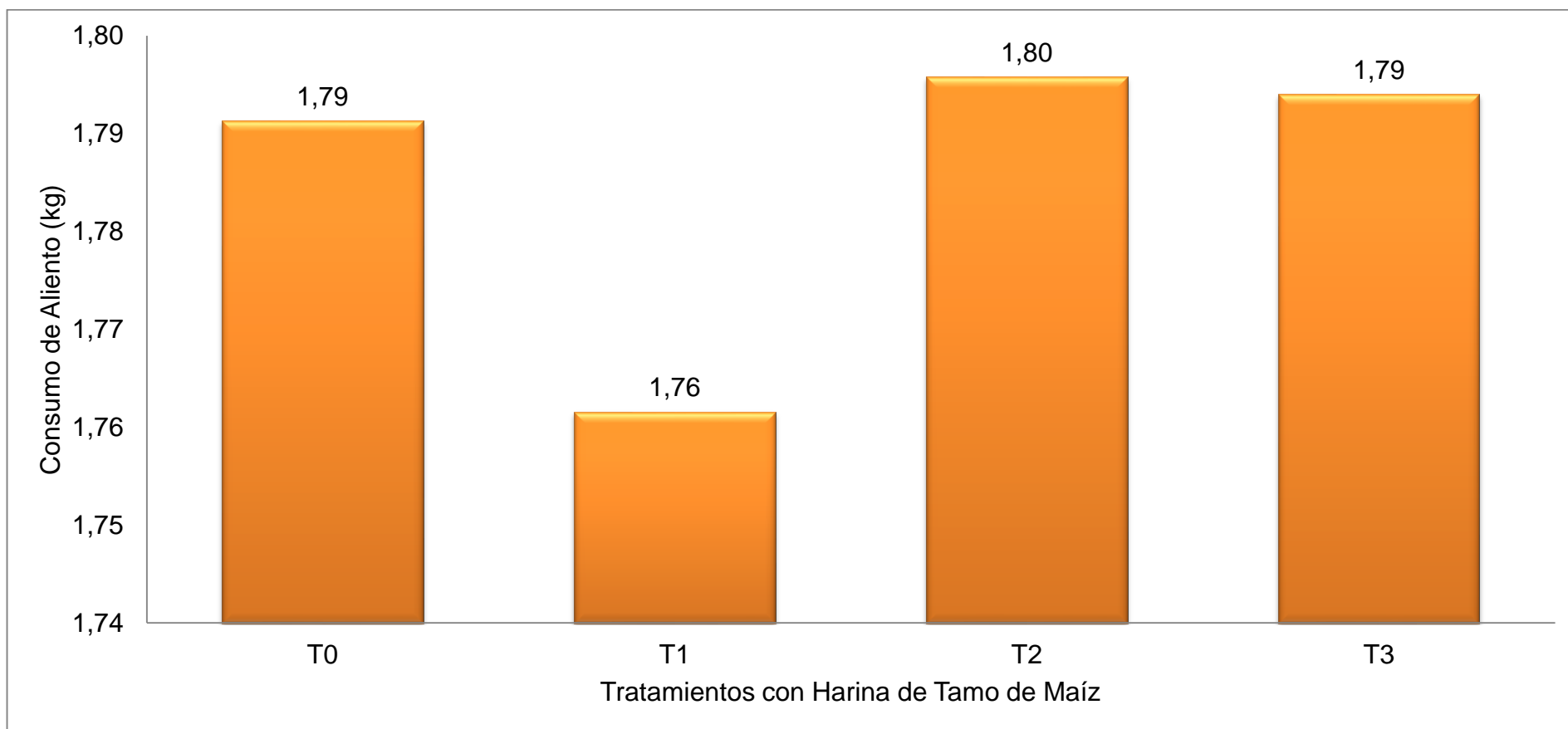


Gráfico 5. Consumo de alimento con el uso de harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (45 días).

El consumo de alimento de los conejos de la raza neozelandés entre el periodo de 30 - 45 días está relacionado significativamente ( $P < 0,01$ ) de los niveles de harina de tamo de maíz, el 72,75% de consumo de alimento depende de los niveles de harina de tamo de maíz; de 0 -10% de aplicación de la harina de tamo de maíz permite una reducción en el consumo de alimento en 0,0095kg, del 10 - 25% de tamo de maíz permite un incremento en el consumo de 0,0008kg y niveles superiores hacen que el consumo de alimento total se reduzca en  $2 \times 10^{-5}$  (gráfico 6).

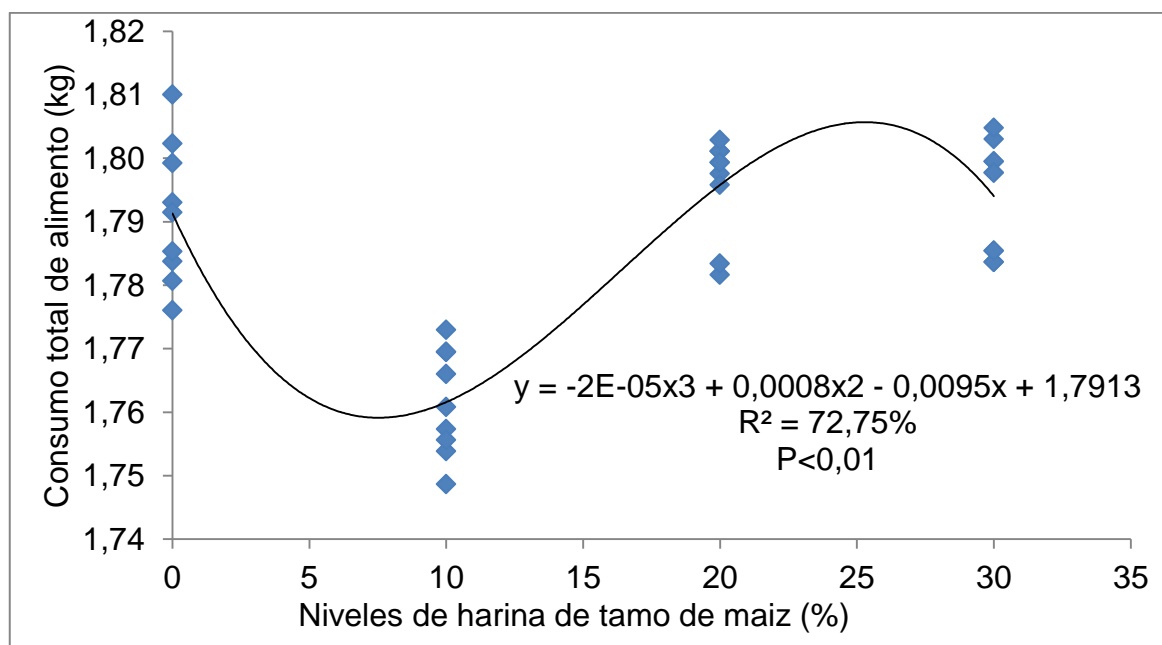


Gráfico 6: Regresión del consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de tamo de maíz en conejos de la raza Neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde entre los 30 - 45 días.

Al evaluar el consumo de alimento a los 60 días se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ) siendo los tratamientos T2 – T3 – T0 con valores registrados de 1,68 – 1,67 – 1,67kg los más altos en comparación al tratamiento T1 cuyo valor registrado fue de 1,64kg (gráfico 7).

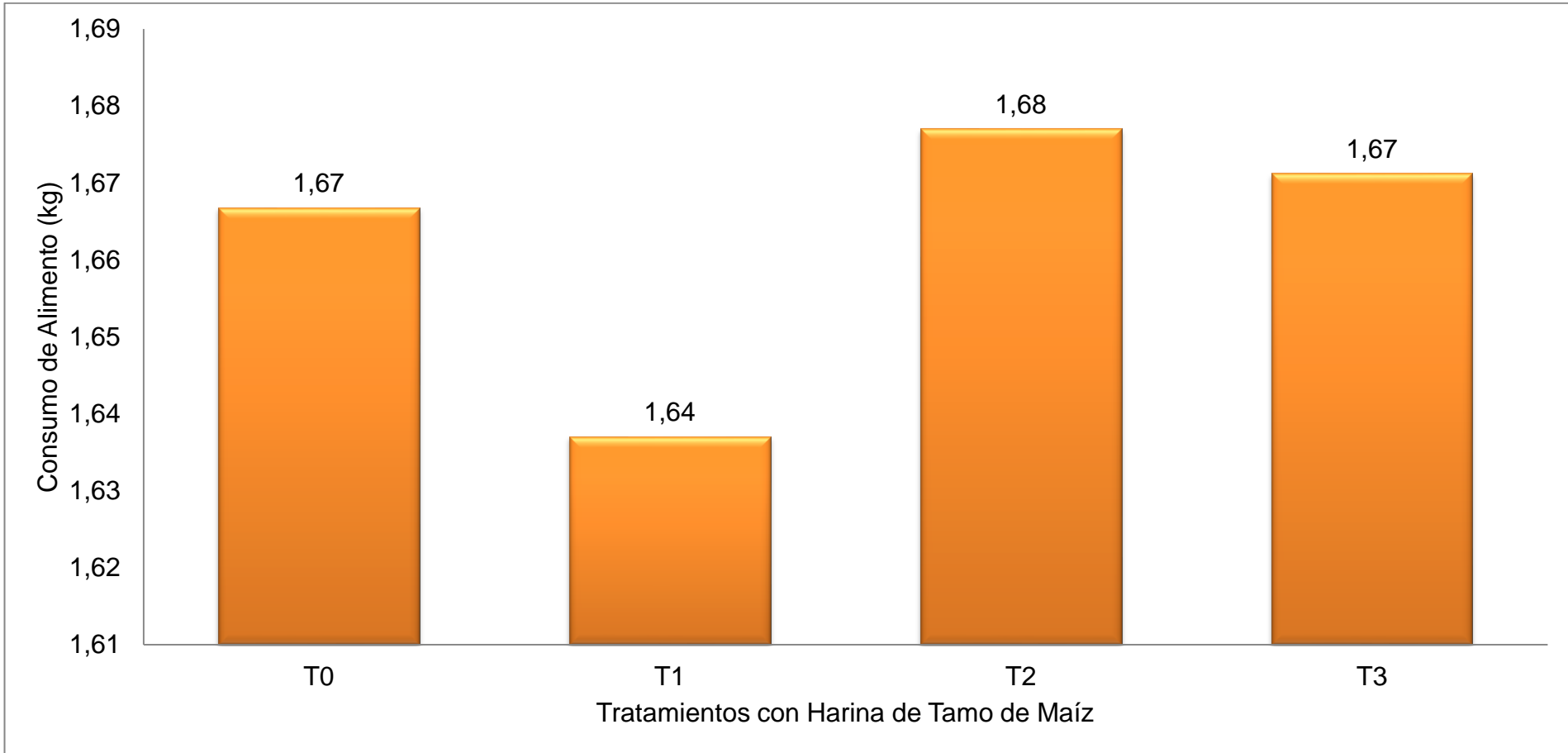


Gráfico 7. Consumo de alimento con el uso de harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (60 días).

El consumo de alimento de los conejos de la raza neozelandés entre el periodo de 45 - 60 días está relacionado significativamente ( $P < 0,01$ ) de los niveles de harina de tamo de maíz, el 69,49% de consumo de alimento depende de los niveles de harina de tamo de maíz; de 0 -10% de aplicación de la harina de tamo de maíz permite una reducción en el consumo de alimento en 0,0103kg, del 10 - 25% de tamo de maíz permite un incremento en el consumo de 0,0009kg y niveles superiores hacen que el consumo de alimento total se reduzca en  $2 \times 10^{-5}$  (gráfico 8).

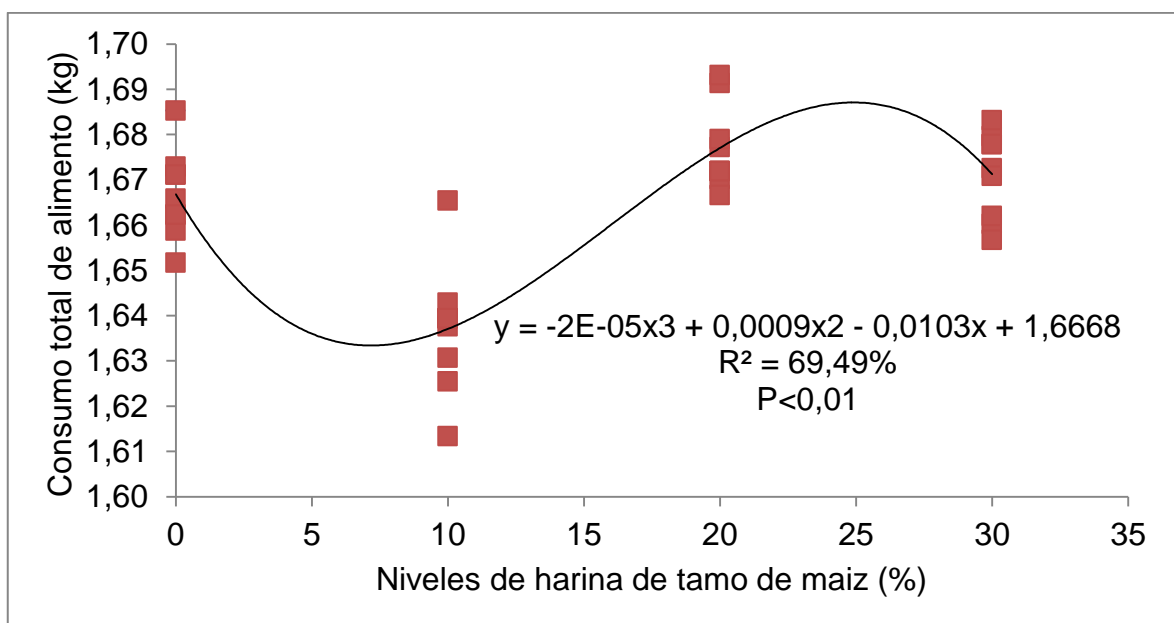


Gráfico 8: Regresión del consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de tamo de maíz en conejos de la raza Neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde entre los 45 - 60 días

El consumo de alimento total (0 – 60 días), presentaron diferencias altamente significativas ( $P < 0,01$ ), siendo los valores más altos de 6,69 kg en los tratamientos T2 – T3 respectivamente en el tratamiento T0 el valor registrado fue de 6,67kg el menor valor registrado fue el tratamiento T1 con un valor registrado de 6,56), (gráfico 9). A medida que el porcentaje de fibra dentro de la ración aumenta, el consumo también lo es, esto concuerda con González, G. y Piquer, J. (1994) los cuales indican que los conejos regulan el consumo en función de sus necesidades energéticas. A menor concentración energética, mayor consumo.

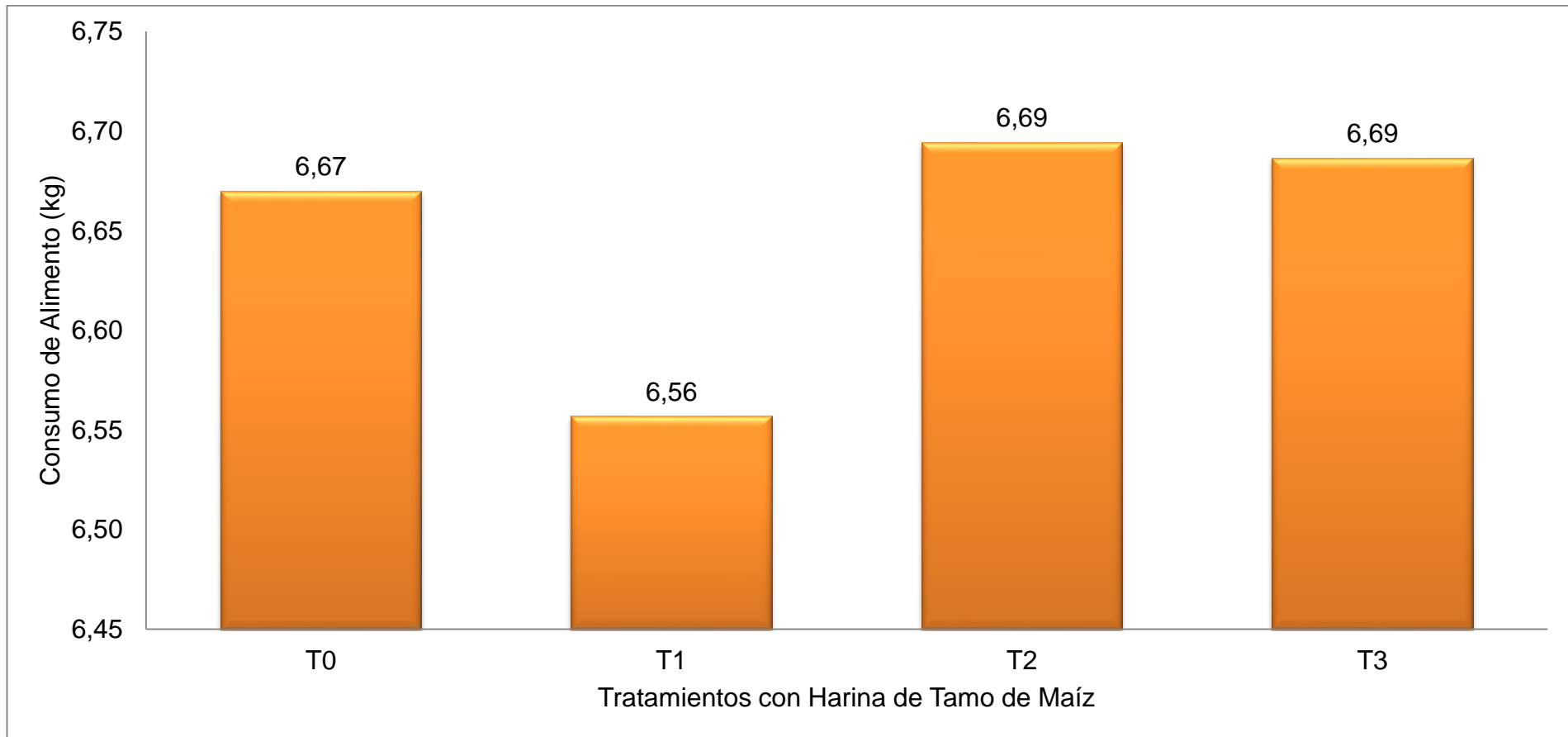


Gráfico 9. Consumo de alimento con el uso de harina de tamo de maíz durante la etapa de crecimiento y engorde (0 – 60 días).

El consumo total de alimento entre los 0 - 60 días en conejos de la raza neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde está relacionado significativamente ( $P < 0,01$ ) de los niveles de harina de tamo de maíz, el 91,98% de consumo de alimento depende de los niveles de harina de tamo de maíz; de 0 -10% de aplicación de la harina de tamo de maíz permite una reducción en el consumo de alimento en 0,037kg, del 10 - 27% de tamo de maíz permite un incremento en el consumo de 0,0032kg y niveles superiores hacen que el consumo de alimento total se reduzca en  $7 \times 10^{-5}$  (gráfica 10).

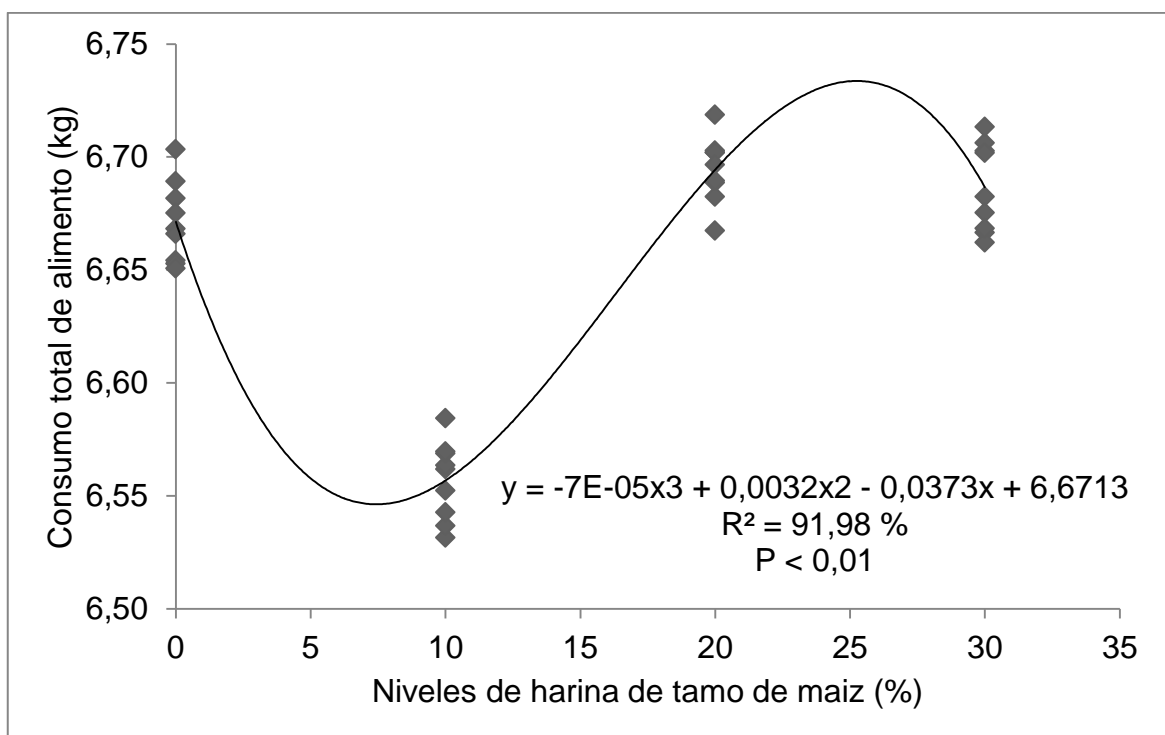


Gráfico 10: Regresión del consumo de alimento con diferentes niveles de inclusión de harina de tamo de maíz en conejos de la raza Neozelandés en la etapa de crecimiento y engorde entre los 0 - 60 días

El consumo reducido de fibra en conejos Gidenne, T. (2000), induce a un incremento en la incidencia de problemas digestivos; entre otros aspectos, se ha observado que el consumo de alimento se reduce en 25% cuando se disminuye el porcentaje de fibra en la dieta de 20 a 12%, pero si el contenido de fibra detergente ácido es mayor o igual a 25%, los animales no pueden consumir la suficiente cantidad de alimento para cubrir sus necesidades energéticas, lo que da lugar a una disminución en la tasa de crecimiento, la ingesta aumento hasta el



16% de la proteína bruta pero disminuyó a partir de aquí. Numéricamente, el mayor consumo se obtuvo con el pienso que contenía 16% de PB y el 15% de FB.

El consumo de materia seca Quintero, E. *et al.* (2007), con la inclusión de la harina de botón de oro no afectó la palatabilidad de las raciones, debido a que se registro consumos de 1,72 a 1,87 kg, siendo mayor al consumo de materia seca de la presente investigación. Estos valores son parecidos a los obtenidos cada 15 días en la presente investigación.

#### **4. Conversión Alimenticia**

En el aprovechamiento del alimento (conversión alimenticia), se determinaron diferencia significativas ( $P > 0,05$ ). Se registraron valores promedios extremos al momento de la alimentación de los conejos con la harina de tamo de maíz entre los tratamientos 10 y 20% entre 3,48 y 4,92 a los primeros 15 días. A los 30 días los conejos obtuvieron con los tratamientos control y 10% de harina de tamo de maíz una conversión alimenticia de 5,79 y 4,46, respectivamente. Seguidamente a los 45 días los conejos que estuvieron bajo efecto de los tratamientos control y 20%, registraron conversiones alimenticias de 5,09 y 5,99%. Finalmente a los 60 días los tratamientos control y 20 % de harina de tamo de maíz registraron una conversión alimenticia en conejos de 4,78 y 2,62 máximo y mínimo respectivamente.

Al realizar un compendio de la presente investigación para la conversión alimenticia total (0 – 60 días) los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos 10 y 30 % de harina de tamo de maíz registraron valores extremos de 6,32 y 5,53 respectivamente (cuadro 19).

Cuadro 19. CONVERSIÓN ALIMENTICIA CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T1	T2	T3	T4		
De 0 - 15 días	4,49	3,48	4,92	4,73	0,58	0,363
De 15 - 30 días	5,79	4,46	5,01	5,32	0,8	0,694
De 30 - 45 días	5,09	5,38	5,99	5,88	0,73	0,840
De 45 - 60 días	4,78	3,26	2,62	2,97	1,51	0,760
Total	6,04	6,32	5,82	5,53	0,81	0,937

No difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E= Error Estándar.

Prob.= Probabilidad.

Prob = Probabilidad.

Esto se debe que los piensos ricos en FND aumenta el consumo del alimento, pero disminuye la ingesta energética. Ello conlleva menores velocidades de crecimiento y por ello empeoramiento de los índices de conversión.

Al incluir forraje hidropónico de avena como sustitución de piensos Carmona, F. *et al.*(2011), determinó una relación lineal negativa ( $P < 0,05$ ) entre el nivel de fibra en la ración e índices de conversión entre 3,56 y 5,09, valores inferiores a los encontrados a la presente investigación, esto puede deberse a que la harina de tamo de maíz se considera más un alimento voluminoso con un contenido de nutrientes bajos que influyen en la conversión alimenticia.

Lebas, F. (1986), reportó valores de conversión en el orden de los 4,2 hasta 5,23 con dietas basadas en combinaciones de forrajes frescos, este autor atribuye el bajo consumo de alimento realizado por los animales a la presencia de taninos en los forrajes, estos valores son menores a los obtenidos en la presente investigación.

Al estudiar la suplementación (0%, 10%, 20% y 30%) del forraje verde hidropónico de cebada sobre los indicadores productivos en conejos durante la etapa de engorde Mora, D. (2010), reportó valores en la conversión alimenticia en el orden de 3,3. Los mismos son inferiores a los encontrados en el presente trabajo, esto se debe a que el tamo de maíz es menos digestible en comparación al forraje hidropónico.

En investigaciones realizados por Mederos, C.*et al.*(2001) al combinar el concentrado y la morera en forma de forraje fresco, en dietas para conejos en la fase inicial de la ceba en niveles del 70 y 80 % de la ración, reportaron valores de conversión de 2,45 y 1,65, valores que representan mejor eficiencia con relación a los resultados obtenidos en el presente estudio.

## **5. Conversión de Proteína**

Entre las etapas y los tratamientos evaluados no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), para este parámetro, observándose a los 15 días las cantidades extremas entre 0,75 y 0,63 con los tratamientos control y 30% en la

inclusión del alimento para conejos con harina de tamo de maíz. Transcurrido los 30 días se registraron valores 0,69 y 1,44 con los tratamientos 10 y 30% en la inclusión de harina de tamo de maíz en la dieta alimenticia de los conejos. Ocurrido los 45 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos control y 30% de harina de tamo de maíz registraron una conversión de proteína de 0,71 y 0,93 mínimo y máximo respectivamente. Finalmente a los 60 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos control, 30% registraron una conversión de proteína de 0,76 y 0,94 respectivamente (cuadro 20). Los niveles altos de consumo de proteína se deben al nivel de fibra dentro de cada una de las dietas.

Cuadro 20. CONVERSIÓN DE PROTEÍNA CADA 15 DÍAS DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
A los 15 días (kg)	0,75	0,70	0,72	0,63	0,10	0,867
A los 30 días (kg)	0,98	0,69	0,89	1,44	0,20	0,082
A los 45 días (kg)	0,71	0,75	0,82	0,93	0,09	0,398
A los 60 días (kg)	0,76	0,93	0,90	0,94	0,08	0,522

No difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E. error estándar.

Prob. Probabilidad.

T0= Tratamiento Control

T1= Tratamiento con 10% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento con 20% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

## **6. Conversión de la energía**

En todos los tratamientos y etapas del presente estudio no se registraron diferencias significativas ( $P > 0,05$ ), a los 15 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos control y 10% de harina de tamo de maíz registraron valores extremos de 17895,86 y 14839,62, respectivamente. Luego a los 30 días los conejos registraron valores máximo y mínimo 20341,31 y 13913,66 en este parámetro con los tratamientos control y 10% de inclusión de la harina de tamo de maíz en la alimentación. Pasado los 45 días los tratamientos 10 y 30 % de harina de tamo de maíz registraron una conversión de energía en los conejos de 15194,00 y 19053,03 respectivamente. Finalizado este estudio a los 60 días los conejos que estuvieron bajo el efecto de los tratamientos control y 20% de harina de tamo de maíz registraron una conversión de energía de 22238,20 y 17275,81 respectivamente (cuadro 21).

En sus estudios De Blas, C. *et al.* (1994) mencionan que la ingesta calórica aumenta con el nivel de fibra, es decir el conejo ingirió más energía (más pienso) cuanto mayor fue el contenido de fibra del pienso. El nivel óptimo de proteína bruta para la máxima ingestión calórica fue del 16%, observándose una disminución alarmante del consumo en raciones muy bajas en PB (12%), bastante independiente del nivel de fibra.

Al evaluar la influencia del nivel de fibra en la alimentación de los conejos Rodríguez, J. *et al.*, (2009) indican que los piensos que contenían 15% de fibra permitieron una mejor conversión energética que aquellos que contenían un 11 ó 7% de FB, un aumento del contenido en fibra supuso, como es habitual, un descenso de la digestibilidad de la energía.

Cuadro 21. CONVERSIÓN DE ENERGÍA CADA 15 DÍAS.

VARIABLES	TRATAMIENTO				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
De 0 - 15 días (kg)	17895,86	14839,62	15345,99	16707,32	2262,69	0,827
De 15 -30 días (kg)	20341,31	13913,66	18956,68	18482,39	1992,9	0,166
De 30 - 45 días (kg)	15779,45	15194,00	19009,32	19053,03	2361,27	0,576
De 45 - 60 días (kg)	22238,20	18892,33	17275,81	19003,93	2633,52	0,716

No difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E. error estándar.

Prob. Probabilidad.

T0= Tratamiento Control.

T1= Tratamiento con 10% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento con 20% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

**7. Peso a la canal**

Al evaluar el peso a la canal de los conejos de la raza Neozelandés no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos control, 10 - 20 - 30%, con valores registrados de 1671,92, 1744,86, 1631,10 y 1637,85 (cuadro 22).



Cuadro 22. PESO Y RENDIMIENTO A LA CANAL DE CONEJOS DE LA RAZA NEOZELANDÉS.

VARIABLES	TRATAMIENTOS				E. E.	Prob.
	T0	T1	T2	T3		
W Canal g.	1671,92	1744,86	1631,10	1637,85	35,35	0,2939
Rend. Canal (%)	61,33	60,55	62,25	62,55	0,70	0,3857

Letras iguales no difieren significativamente según Tukey ( $P < 0,05$ ).

E.E. error estándar.

Prob. Probabilidad.

T0= Tratamiento Control

T1= Tratamiento con 10% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T2= Tratamiento con 20% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

T3= Tratamiento con 30% de Inclusión de Harina de Tamo de Maíz.

## **8. Rendimiento a la Canal**

Al evaluar el peso a la canal de los conejos de la raza Neozelandés no se encontraron diferencias significativas ( $P>0,05$ ) entre los tratamientos control, 10 - 20 - 30%, con valores registrados de 61,32, 60,55, 62,25 y 1637,85 (cuadro 24).

López, B. (2009), menciona que los valores del rendimiento a la canal van de 56,6 a 53, atribuyéndose los bajos valores al menor consumo de energía en estos tratamientos, este factor genera como resultado una menor acumulación de grasa en los tejidos lo que provoca que se produzcan canales más magras y menos pesadas; además estos bajos rendimientos en la canal se deben al efecto de las dietas con altos niveles de forrajes, los cuales propician un mayor desarrollo del sistema digestivo con relación al peso total del animal.

## **9. Beneficio – Costo**

La evaluación económica mediante el indicar beneficio/costo considerando la venta de los animales a la canal (cuadro 23), se determinó que los mejores beneficio/costo (B/C), en la crianza de conejos de la raza Neozelandés fue el tratamiento 1 con un valor de 1,52 que por cada dólar invertido el benefició es de 52 centavos de dólar, en el tratamiento 2 con un valor de 1,42 que por cada dólar invertido el benefició es de 42 centavos de dólar, en el tratamiento control el cual presento una cantidad de 1,38 que por cada dólar invertido el benefició es de 38 centavos de dólar y el tratamiento 3 con un valor de 1,35 que por cada dólar invertido el benefició es de 35 centavos de dólar.

En la actualidad la tendencia es que los sistemas de producción sean sustentables y con bajo impacto ambiental. La alimentación del conejo representa entre el 60 y 70% del costo de producción, por lo que se requieren sistemas de alimentación alternativos y de bajo costo (Chulde, S.y Portillo, I., 2014).

Nieves, D. y Calderón, P. (2001), afirman que la alimentación de conejos a base de alimentos concentrados comerciales es altamente costosa y poco conveniente debido a la existencia de un potencial natural, representado por la cantidad de biomasa vegetal, que hasta ahora no ha sido aprovechado de la forma más eficiente; ya que los continuos incrementos de precios en las materias primas para la fabricación de concentrados, han ocasionado un aumento en el costo de producción, haciendo difícil mantener una producción económicamente rentable.

Cuadro 23. BENEFICIO COSTO CON EL USO DE LA HARINA DE TAMO DE MAÍZ CON TRATAMIENTOS, 10 – 20 – 30% DE INCLUSIÓN.

PARÁMETROS				NIVELES DE HARINA DE TAMO DE MAÍZ			
Concepto	Unidad	Cant	C. Unt.	0%	10%	20%	30%
				Costo \$	Costo \$	Costo \$	Costo \$
Egresos							
Desinfectante	ml	100,00	0,35	8,75	8,75	8,75	8,75
Alim. T0	kg	66,70	0,54	36,02			
Alim. T1	kg	65,60	0,43		28,21		
Alim. T2	kg	66,90	0,41			27,43	
Alim.T3	kg	66,90	0,40				26,76
Conejos	U	40,00	2,00	20,00	20,00	20,00	20,00
Medicamentos	ml	20,00	0,30	1,50	1,50	1,50	1,50
Transporte	U	2,00	30,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Mano de obra	U	1,00	100,00	25,00	25,00	25,00	25,00
Total			\$	106,27	98,46	97,68	97,01
Ingresos							
Canal T0	lb	33,10	2,50	82,76			
Canal T1	lb	34,55	2,50		86,37		
Canal T2	lb	35,88	2,50			89,71	
Canal T3	lb	36,03	2,50				90,08
Piel	U	38,00	5,00	47,50	47,50	47,50	47,50
Total			\$	130,26	133,87	137,21	137,58
Beneficio/Costo				1,23	1,36	1,40	1,42

#### **IV. CONCLUSIONES**

- La caracterización de la composición proximal de la Harina de Tamo de Maíz demostró que por su valor nutritivo se puede incluir en la dieta hasta un 30% de Harina de Tamo de Maíz para la alimentación de conejos, mientras que el análisis de la paredes celulares permitió demostrar que al añadir este producto en el alimento ayuda al tránsito de las heces a través del intestino.
- Los resultados de las pruebas in vitro por licor cecal mostraron que en las tres zonas en las que se obtuvo este producto la digestibilidad es baja con alrededor del 28 - 32%, lo que indica que para su uso se puede obtener de cualquier sitio de la zona de Tambillo de la Provincia de Pichincha.
- El mejor resultado obtenido de beneficio costo fue el del tratamiento con 30% de harina de tamo de maíz con un valor de 1,42, lo cual quiere decir que por cada dólar invertido existe 42 centavos de dólar de beneficio.
- Por lo antes expuesto se concluye que el porcentaje adecuado de inclusión de la harina de tamo de maíz es del 30%, porque en ese porcentaje de inclusión no existe diferencia significativa en cuanto a la conversión alimenticia, rendimiento a la canal y ganancia de peso sin embargo hay un menor consumo de alimento con el consecuente menor costo.

#### **V. RECOMENDACIONES**

- Investigar la inclusión de la harina de tamo de maíz en las dietas utilizadas en las demás fases de desarrollo del conejo.
- Realizar pruebas de digestibilidad con la harina de tamo de maíz usando diferentes variedades.
- Incluir en la dieta el 30% de Harina de Tamo de Maíz, para elevar los índices productivos y económicos por cuanto se alcanzó la mejor respuesta en cuanto a la rentabilidad económica (B/C 1,42).

## VI. LITERATURA CITADA

1. Amador, A., y Boschini, C. (2000). Fenología Productiva Y Nutricional De Maíz Para La Producción De Forraje 1. *Agronomía Mesoamericana*, 11(1), 1–7.
2. Blas, J., y Garcia, J., Carabaño, R. (2002). Avances en nutrición de conejos Revisión a las principales peculiaridades sistema digestivo de los conejos , que son responsables , entre otras causas ,. In *xxvii Symposium de <Cunicultura de ASESCU* (pp. 3–11).
3. Borrás, M. (2006). *Diabetes Mellitus tipo 1 en niños menores de 5 años. Estudio epidemiológico en Cataluña 1989 a 2002.* Umiversidad de Barcelona.
4. Carabaño, R., Rebollar, P., Soledad, M., Chamorro, S., García, J., y de Blas, C. (2005). Nuevas Tendencias en la Alimentación de conejos: Influencia de la nutrición sobre la Salud Intestinal. *FEDNA*, 1, 113–129.
5. Carmona, F., Fabián, F., Pérez, P., Eva, C., Pizarro, H., y Adrián, M. (2011). Respuesta productiva de conejos alimentados con forraje verde hidropónico de avena , como reemplazo parcial de concentrado comercial. *Acta Agronómica*, 60(2), 183 – 189.
6. Chulde, S., y Portillo, I. (2014). DETERMINACIÓN DEL EFECTO DE LA HARINA DE BAGAZO DE CAÑA Y RASTROJO DE MAÍZ EN BLOQUES NUTRICIONALES EN LA ALIMENTACIÓN DE CONEJOS (*Oryctolagus cuniculus*) EN LA ETAPA DE ENGORDE GRANJA LA PRADERA – CHALTURA, CANTÓN ANTONIO ANTE Tesis. *UTN*, 1, 1–141.
7. De Blas, C., García, J., Gómez-Conde, J., y Carabaño, R. (2002). Restricciones a la formulación de piensos para minimizar la patología digestiva en conejos. *FEDNA*, (2000), 73–93.
8. De Blas, C., Taboada, E., y Méndez, J. (1994). Avances en necesidades de nutrientes de conejos de alta productividad. *FEDNA*, 1, 15.

9. Dihigo, L. E., y Savón, L. (2004). Determinación de la digestibilidad in vitro de la materia seca y fibra neutro detergente de cinco plantas forrajeras con la utilización del inóculo cecal de conejos. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(3), 297 –300.
10. Doorembos, J., Rijnen, M., Van Laar, H., y Flores, A. (1989). Valoración nutritiva de materias primas en los países bajos. *FDA*, 1, 27–48.
11. Elizondo, J., y Boschini, C. (2002). Producción De Forraje Con Maíz Criollo Y Maíz Híbrido 1. *Agronomía Mesoamericana*, 13(737), 13–17.
12. Escobar, J. (2003). DISPONIBILIDAD POTENCIAL Y CARACTERIZACIÓN NUTRITIVA DE CINCO RESIDUOS HORTÍCOLAS, PARA SU POSIBLE USO EN ALIMENTACIÓN ANIMAL. *Universidad de Chile*, 1, 103.
13. España, M., Rodríguez, B., Cabrera, E., y Cecanti, B. (2001). actividades enzimáticas y contribución de residuos de cosechas de maíz al nitrógeno del suelo en sistemas de labranza, en los llanos centrales, Venezuela. *Terra*, 20, 81–86.
14. García, E., Benito, R., y Rivera, C. (2008). Hacia una definición de fibra alimentaria Alimentary fiber definition. *Anales Venezolanos de Nutrición*, 21(1), 6.
15. Gidenne, T. (2000). Recent advances en rabbit nutrition: emphasis on fibre requirements a review. *World Tabbit Science*, 8(1), 23–32.
16. Gómez, M., Chamorro, S., Nicodemus, N., Blas, C., García, J., y Carabaño, R. (2004). Efecto del tipo de fibra en la alimentación de gazapos destetados precozmente. In *XXIX Symposium de Cunicultura de ASESCU* (p. 7).
17. González, G., y Piquer, J. (1994). Diseño de programas alimenticios para conejos: aspectos teóricos y formulación práctica. *Universidad Politécnica de Madrid*, (76), 16.
18. González, P., y Caravaca, F. (2003). Producción De Conejos De Aptitud Cárnica. *Sistemas de Producción Animal*, (en), 379 – 393. Retrieved

from

[http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09\\_10\\_34\\_Cunicultura.pdf](http://www.uco.es/zootecniaygestion/img/pictorex/09_10_34_Cunicultura.pdf)

19. Gonzalvo, S., Nieves, D., Macías, M., Carón, M., y Martínez, V. (2001). economía conejos.
20. Greenfield, H., y Southgate, D. a. T. (2006). Examen de los métodos de análisis. *Datos de Composición de Alimentos "Obtención, Gestión Y Utilización,"* 107 – 122.
21. Harmon, D. L. (2007). Experimental approaches to study the nutritional value of food ingredients for dogs and cats. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 251–262. <http://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000023>
22. Hernández, D., y Cobos, M. (2002). Celulolíticas Y Totales Del Apéndice Cecal , Ciego Y Colon Del Conejo a, 8.
23. Inec. (2006). Sistema Agroalimentario del Maíz en el Ecuador. *El Manejo de Los ...*, 1, 1–35. Retrieved from [http://books.google.com/books?hl=en&lr=yid=ahD\\_-m1aOlgCyoi=fndypg=PA14ydq=Abreviaturas+y+siglasyots=9iGPs7QPeUysig=fX49jeGuc8gclAl8Xx9dx-1Slf8](http://books.google.com/books?hl=en&lr=yid=ahD_-m1aOlgCyoi=fndypg=PA14ydq=Abreviaturas+y+siglasyots=9iGPs7QPeUysig=fX49jeGuc8gclAl8Xx9dx-1Slf8)
24. Julieta. (2009). Análisis de alimentos fundamentos y técnicas. *Population (French Edition)*, 28(6), 74. <http://doi.org/10.2307/1530600>
25. Lara, P., Itzá, M., Sanglnés, J., M. M. (2012). Morus alba o Hibiscus rosa-sinensis como sustituto parcial de soya en dietas integrales para conejos. *Avances En Investigacion Agropecuaria*, 16(3), 9–19.
26. Lebas, F. (1986). El conejo: cría y patología. *El Conejo*, 21–50.
27. López, B. (2009). Producción y empleo del Hidroforraje de Leucaena leucocephala para la alimentación de conejos . Tesis en Opción al Grado Científico de Doctor en Ciencias Producción y empleo

del hidroforraje de *Leucaena leucocephala* para la alimentación de conejos . *UNIVERSIDAD DE GRANMA. FACULTAD*, 146.

28. MAGAP. (2013). Maíz Duro Seco Boletín Situacional. *Boletín Siatuacional*, 1, 1–5.
29. Manterola, M., y Mira, J. (2009). USO DE LOS RESIDUOS DEL CULTIVO DE MAIZ.
30. Martinez, C., J., T., Simard, J. N., Labonté, J., Bélanger, R. R., y Tweddell, R. J. (2006). The role of antibiosis in the antagonism of different bacteria towards *Helminthosporium solani*, the causal agent of potato silver scurf. *Phytoprotection*, 87(2), 69–76.
31. Molina, M. (2010). Evaluación de seis híbridos de maíz amarillo duro; INIAP H-601, INIAP H 553, HZCA 315, HZCA 317, HZCA 318, Austro 1, frente a dos testigos, AGRI 104 Y DEKALB DK 7088, sembrados por el agricultor local, en San Juan - Cantón Pindal - Provincia de Loja. *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA*, 1, 121.
32. Mora, D. (2010). Usos de la morera ( *Morus alba* ) en la alimentación del conejo. El rol de la fibra y la proteína en el Tracto Digestivo. *Agronomía Mesoamericana*, 21(2), 357–366.
33. Morrison, F. B. (1996). Feeds and Feeding. *Soil Science*, 42(5), 395–396.  
<http://doi.org/10.1097/00010694-193611000-00008>
34. Nieves, D., Loéz, D., y Cadena, D. (2011). Basadas En Materias Primas No Convencionales Y. *Revista Unellez de Ciencia Y Tecnología, esxpecial*(1), 60–66.
35. Noblet, J., Seve, B., y Tran, G. (2004). Valoración de alimentos para porcino: propuestas francesas. *FDA*, 63–75.
36. Nole, P. (2009). Evaluación Agronómica de ocho Híbridos Experimentales frente a tres Híbridos Comerciales de Maíz. *Universidad Nacional de Loja*, 62. Retrieved from



[http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/ARELLANO WASHINGTON - JIMENEZ GALO.pdf?sequence=1](http://dspace.unl.edu.ec:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4343/ARELLANO%20WASHINGTON%20-%20JIMENEZ%20GALO.pdf?sequence=1)

37. Osorio, E., Giraldo, J., y Narváez, W. (2012). Metodologías para determinar la digestibilidad de los alimentos utilizados en la alimentación canina Methodologies to determinate the digestibility of foods used in feeding dogs. *Vet.zootec*, 6(1), 87–97.
38. Paucar, C., y Angélica, R. (2004). Evaluación del comportamiento agronómico de cinco híbridos triples promisorios de maíz amarillo duro (zea mays. l) y tres híbridos comerciales en la época lluviosa en la zona de Quevedo y Balzar.
39. Quintero, E., García, G., y Peláez, A. (2007). Evaluación de la harina de botón de oro en dietas para conejos en etapa de crecimiento. *Universidad Nacional de Colombia*, 1, 4.
40. Rodríguez, J., Gálvez, J., Fraga, M., Mateos, G., y de Blas, J. (2009). Influencia del nivel de fibra y proteína en la ración sobre la mortalidad, crecimiento e índices de conversión de conejos en cebo. *Ingenieros Agronomos*, 12.
41. Savón, L. (2002). Alimentos altos en fibra para especies ... *Revista Cubana de Ciencia Y Tecnología*, 36(2), 1–13.
42. Savón, L. (2006). ALIMENTACIÓN NO CONVENCIONAL DE ESPECIES MONOGÁSTRICAS: UTILIZACIÓN DE ALIMENTOS ALTOS EN FIBRA.
43. Savón, L., Gutiérrez, O., Ojeda, F., y Scull, I. (2005). MESA REDONDA Harinas de follajes tropicales: una alternativa potencial para la alimentación de especies monogástricas Tropical foliage meals: a potential alternative for feeding monogastric species. *Pastos Y Forrajes*, 28(1), 69–79.
44. Savón, L., Scull, I., y Orta, M. (2004). Caracterización físico-química de la fracción fibrosa de cinco harinas de follajes tropicales para especies monogástricas. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 38(3), 7.

45. SIAp. (2011). *Anuario Estadístico de Acuacultura y Pesca*. México.
46. Treviño, J., Hernández, T., y Caballero, R. (2011). Estudio del valor nutritivo de las hojas y tallo del maíz híbrido de tallo azucarado E-ID. *Instituto de Alimentación Y Producción Animal (CSIC) Madrid*, 7.
47. Velásquez, P., Rodríguez, L., y Castillo, P. (2008). EVALUACIÓN MORFOAGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DE CINCO VARIEDADES DE RYE GRASS BIANUAL (*Lolium multiflorum*) EN LUGARES REPRESENTATIVOS DE LAS ZONAS DE PRODUCCION DE LECHE DE LAS PROVINCIAS DE CARCHI, IMBABURA Y PICHINCHA. *Proyecto Previo a La Obtención Del Título de Ingeniero En Sistemas Informáticos Y de Computación*.
48. Veloz, M. (2010). Utilización de diferentes niveles de harina de algas de agua dulce en sustitución de la soya en la alimentación de conejos californianos desde el destete hasta el inicio de la vida reproductiva. *Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Facultad de Ciencias Pecuarias Escuela de Ingeniería Zootécnica*, 96.

**ANEXOS**

Anexo 1. Análisis estadísticos del peso a iniciar la investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	1,87E+06			
Tratamiento	3	1,15E+05	3,84E+04	0,79	2,87
Error	36	1,75E+06	4,87E+04	69,77	0,51
CV %			1,51E+01	Probabilidad	0,51
Media			1,46E+03		

Anexo 2. Análisis estadísticos del peso a los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	2,69E+06			
Tratamiento	3	1,46E+05	4,87E+04	0,69	2,87
Error	36	2,54E+06	7,06E+04	84,05	0,56
CV %			1,51E+01	Probabilidad	0,56
Media			1,76E+03		

Anexo 3. Análisis estadísticos del peso a los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	2,60E+06			
Tratamiento	3	1,64E+05	5,47E+04	0,81	2,87
Error	36	2,44E+06	6,78E+04	82,33	0,50
CV %			1,28E+01	Probabilidad	0,50
Media			2,04E+03		

Anexo 4. Análisis estadísticos del peso a los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	2,87E+06			
Tratamiento	3	1,35E+05	4,49E+04	0,59	
Error	36	2,73E+06	7,59E+04	87,13	2,87
CV %			1,16E+01	Probabilidad	0,62
Media			2,37E+03		0,62

Anexo 5. Análisis estadísticos del peso a los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	32	1,86E+06			
Tratamiento	3	1,34E+05	4,47E+04	0,75	
Error	29	1,73E+06	5,96E+04	77,18	2,93
CV %			9,23E+00	Probabilidad	0,53
Media			2,65E+03		0,53

Anexo 6. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	765688,98			2,87
Tratamiento	3	56029,88	18676,63	0,95	0,43
Error	36	709659,10	19712,75	44,40	0,43
CV %			45,70	Probabilidad	
Media			307,23		

Anexo 7. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	39	4,31E+05			
Tratamiento	3	5,36E+04	1,79E+04	1,71	2,87
Error	36	3,77E+05	1,05E+04	32,36	0,18
CV %			3,70E+01	Probabilidad	0,18
Media			2,77E+02		

Anexo 8. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	37	9,41E+05			
Tratamiento	3	8,28E+04	2,76E+04	1,09	2,88
Error	34	8,58E+05	2,52E+04	50,24	0,36
CV %			4,63E+01	Probabilidad	0,36
Media			3,43E+02		

Anexo 9. Análisis estadísticos de la ganancia de peso hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	29	3,93E+06			
Tratamiento	3	1,47E+05	4,91E+04	0,34	2,98
Error	26	3,79E+06	1,46E+05	120,70	0,80
CV %			1,51E+02	Probabilidad	0,80
Media			2,53E+02		

Anexo 10. Análisis estadísticos de la ganancia de peso total en diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				Cal	0,05
Total	32	3,65E+06			
Tratamiento	3	1,01E+04	3,37E+03	0,03	2,93
Error	29	3,64E+06	1,25E+05	111,96	0,99
CV %			3,00E+01	Probabilidad	0,99
Media			1,18E+03		



Anexo 11. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	39	2,09E+06				
Tratamiento	3	1,61E+05	5,35E+04	1,00	2,87	4,38
Error	36	1,93E+06	5,35E+04	73,15	0,40	
CV %			6,08E+02	Probabilidad	0,40	
Media			3,81E+01			

2. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY ( $P < 0,05$ ).

Tratamiento	Media	Rango
T0	1,48	a
T1	1,46	b
T2	1,49	a
T3	1,49	a

Análisis de varianza de un factor.

Anexo 12. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	39	0,01				
Tratamiento	3	0,01	0,00	50,84	2,87	4,38
Error	36	0,00	0,00	0,00	0,00	
CV %			0,40	Probabilidad	5,04E-13	
Media			1,73			

### 2. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY ( $P < 0,05$ ).

Tratamiento	Media	Rango
T0	1,73	a
T1	1,70	b
T2	1,74	a
T3	1,73	a

Análisis de varianza de un factor.

Anexo 13. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	36	0,01				
Tratamiento	3	0,01	0,00	29,37	2,89	4,44
Error	33	0,00	0,00	0,00	0,00	
CV %			0,50	Probabilidad	1,95E-09	
Media			1,79			

2. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY ( $P < 0,05$ ).

Tratamiento	Media	Rango
T0	1,79	a
T1	1,76	b
T2	1,80	a
T3	1,79	a

Análisis de varianza de un factor.

Anexo 14. Análisis estadísticos del consumo de alimento hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	35	0,01				
Tratamiento	3	0,01	0,00	24,30	2,90	4,46
Error	32	0,00	0,00	0,00	0,00	
CV %			0,65	Probabilidad	2,19E-08	
Media			1,66			

2. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY ( $P < 0,05$ ).

Tratamiento	Media	Rango
T0	1,67	a
T1	1,64	b
T2	1,68	a
T3	1,67	a

Análisis de varianza de un factor.

Anexo 15. Análisis estadísticos del consumo de alimento 0 – 60 días de la investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

## 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher		
				cal	0,05	0,01
Total	35	2,08E+06				
Tratamiento	3	1,78E+05	5,95E+04	1,00	2,90	4,46
Error	32	1,90E+06	5,95E+04	77,11	0,41	
CV %			5,16E+02	Probabilidad	0,41	
Media			4,73E+01			

## 2. ASIGNACIÓN DE RANGOS DE ACUERDO A LA SEPARACIÓN DE MEDIAS SEGÚN LA PRUEBA DE TUKEY (P<0,05).

Tratamiento	Media	Rango
T0	6,67	b
T1	6,56	c
T2	6,69	a
T3	6,69	ab

Análisis de varianza de un factor.

Anexo 16. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	35	7,21E+07			
Tratamiento	3	7,20E+06	2,40E+06	1,18	2,90
Error	32	6,49E+07	2,03E+06	450,25	0,33
CV %			5,85E+02	Probabilidad	0,33
Media			2,43E+02		

Anexo 17. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	37	224,59			
Tratamiento	3	9,23	3,08	0,49	2,88
Error	34	215,35	6,33	0,80	0,69
CV %			49,03	Probabilidad	0,69
Media			5,13		

Anexo 18. Análisis estadísticos de conversión alimenticia hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	34	170,32			
Tratamiento	3	4,48	1,49	0,28	2,91
Error	31	165,84	5,35	0,73	0,84
CV %			41,35	Probabilidad	0,84
Media			5,59		

Anexo 19. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	37	800,95			
Tratamiento	3	26,77	8,92	0,39	2,88
Error	34	774,18	22,77	1,51	0,76
CV %			138,98	Probabilidad	0,76
Media			3,43		

Anexo 20. Análisis estadísticos de la conversión alimenticia desde los 0 – 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	32	1,33E+06			
Tratamiento	3	1,11E+05	3,70E+04	0,88	2,93
Error	29	1,22E+06	4,20E+04	64,81	0,46
CV %			4,95E+02	Probabilidad	0,46
Media			4,14E+01		

Anexo 21. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

## 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	35	1,53E+06			
Tratamiento	3	1,81E+05	6,02E+04	1,43	2,90
Error	32	1,35E+06	4,20E+04	64,83	0,25
CV %			5,78E+02	Probabilidad	0,25
Media			3,55E+01		



Anexo 22. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	36	16,06			
Tratamiento	3	2,91	0,97	2,43	2,89
Error	33	13,15	0,40	0,20	0,08
CV %			62,35	Probabilidad	0,08
Media			1,01		

Anexo 23. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	35	2,84			
Tratamiento	3	0,25	0,08	1,02	2,90
Error	32	2,59	0,08	0,09	0,40
CV %			35,42	Probabilidad	0,40
Media			0,80		

Anexo 24. Análisis estadísticos de la conversión de proteína hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	27	1,65			
Tratamiento	3	0,14	0,05	0,77	3,01
Error	24	1,51	0,06	0,08	0,52
CV %			28,49	Probabilidad	0,52
Media			0,88		

Anexo 25. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 15 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	31	6,61E+14			
Tratamiento	3	6,40E+13	2,13E+13	1,00	2,95
Error	28	5,97E+14	2,13E+13	1,46E+06	0,41
CV %			5,55E+02	Probabilidad	0,41
Media			8,32E+05		

Anexo 26. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 30 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

#### 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	35	1,49E+09			
Tratamiento	3	2,15E+08	7,17E+07	1,81	2,90
Error	32	1,27E+09	3,97E+07	1992,90	0,17
CV %			35,06	Probabilidad	0,17
Media			1,80E+04		

Anexo 27. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 45 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	34	1,84E+09			
Tratamiento	3	1,12E+08	3,74E+07	0,67	2,91
Error	31	1,73E+09	5,58E+07	2361,27	0,58
CV %			4,32E+01	Probabilidad	0,58
Media			1,73E+04		

Anexo 28. Análisis estadísticos de la conversión de energía hasta los 60 días de investigación con diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz en conejos de la raza Neozelandés.

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	26	1,69E+09			
Tratamiento	3	9,47E+07	3,16E+07	0,45	3,03
Error	23	1,60E+09	6,94E+07	2633,52	0,72
CV %			4,31E+01	Probabilidad	0,72
Media			1,93E+04		

Anexo 29. Análisis estadísticos del peso a la canal de los conejos de la raza Neozelandés alimentados con los diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz.

## 1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	24	280834,98			
Tratamiento	3	44603,11	14867,70	1,32	3,07
Error	21	236231,87	11249,14	35,35	0,29
CV %			6,36	Probabilidad	0,29
Media			1666,90		

Anexo 30. Análisis estadísticos del rendimiento a la canal de los conejos de la raza Neozelandés alimentados con los diferentes niveles de Harina de Tamo de Maíz.

1. ANÁLISIS DE VARIANZA

F. Var	G.L.	S. Cuad.	C. Medio	Fisher	
				cal	0,05
Total	24	106,87			
Tratamiento	3	14,10	4,70	1,06	3,07
Error	21	92,77	4,42	0,70	0,39
CV %			3,41	Probabilidad	0,39
Media			61,72		